

#44107201

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of  
Inventor(s): Miyauchi

Appln. No.: 09 | 708,087  
Series ↑ | ↑ Serial No.  
Code

Group Art Unit: Unassigned

Filed: November 8, 2000

Examiner: Unassigned

Title: ZOOM LENS SYSTEM, AND IMAGE PICKUP SYSTEM  
USING THE SAME

Atty. Dkt. P 275329

OL92000N-US

M#

Client Ref

Date: July 27, 2001

**SUBMISSION OF PRIORITY  
DOCUMENT IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

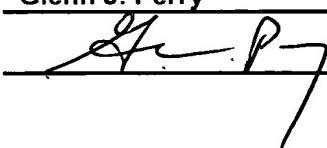
Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
11-316827	Japan	November 8, 1999

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP  
Intellectual Property Group

1600 Tysons Boulevard  
McLean, VA 22102  
Tel: (703) 905-2000  
Atty/Sec: gjp/dlh

By Atty: <u>Glenn J. Perry</u>	Reg. No. <u>28458</u>
Sig: 	Fax: (703) 905-2500
	Tel: (703) 905-2161

06920000



日本特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年11月 8日

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第316827号

出願人  
Applicant(s):

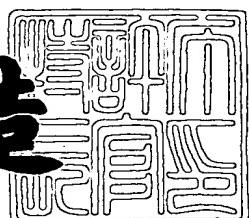
オリンパス光学工業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年10月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3088570

【書類名】 特許願  
【整理番号】 99P02568  
【提出日】 平成11年11月 8日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 15/20  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
オリンパス光学工業株式会社内  
【氏名】 宮内 裕司  
【特許出願人】  
【識別番号】 000000376  
【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100097777  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 薮澤 弘  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100088041  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 阿部龍吉  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100092495  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 蛭川昌信  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100092509  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 白井博樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100095120

【弁理士】

【氏名又は名称】 内田亘彦

【選任した代理人】

【識別番号】 100095980

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅井英雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100094787

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木健二

【選任した代理人】

【識別番号】 100091971

【弁理士】

【氏名又は名称】 米澤 明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014960

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9102411

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$0.5 < |F_2 / F_3| < 1.2 \quad \dots (1)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $F_i$  は第*i* 群の焦点距離、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

【請求項2】 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$0.49 < |L_3 / L_2| < 1 \quad \dots (2)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $L_i$  は第*i* 群の広角端から望遠端にかけての移動量、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

【請求項3】 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

$$2 < (F_{3,4W}) / I_H < 3.3 \quad \dots (3)$$

2.  $5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm}$  . . . (10)

ここで、( $F_{3,4w}$ )は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、IHはイメージサークル半径、 $f_{B(\min)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、ズームレンズに関し、特に、カムコーダーやデジタルカメラ、監視カメラ、携帯電話やパソコンに内蔵するカメラ等の電子撮像手段を用いたカメラ用の小型で低コストなズームレンズに関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来、この分野のズームレンズであって民生用に小型化、低コスト化が図られたものとして、特開平4-43311号に示されるものや、特開平4-78806号に示されるもののように、物体側から順に正・負・正・正の4群で構成され、第1群と第3群が変倍時に固定され、負の第2群が光軸上を移動して変倍し、第4群が変倍に伴う像面位置の変動を補正するように光軸上を移動するものが提案されている。これに対して、特開平6-94997号や特開平6-194572号に示されるように、第3群が広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動して変倍作用を助けることによって、さらに小型化を図ったものがある。これらには変倍比が8~12倍程度の比較的変倍比が高いズームレンズが示されている。ところで、さらにレンズ系の小型化や低コスト化を重視して変倍比の小さいレンズ系を考えた場合には、これらに示される例では構成枚数が多く、まだ小型化が十分でない。

##### 【0003】

ところで、上記の特開平6-94997号や特開平6-194572号に示されたものは、その変倍作用の大部分を第2群が担っている。この場合、像点を略一定に保つために、第2群の横倍率は広角端から望遠端にわたって-1前後の範囲をとらなければならない。ところが、変倍比をこれよりも小さくとって、さら

に小型化を図る場合には、第2群の移動量が小さくてすむため、移動量が小さくなっことによる第1群と第2群の間のスペースの余裕を小型化のためにぎりぎりまで詰めて構成することが効率的である。

#### 【0004】

ところが、第1群と第2群の間隔を詰めた状態で第2群が-1前後の横倍率をとって変倍するためには、第2群に対する第1群のパワーを強くしなければならない。これによって入射瞳が遠くなるため、第1群を通る軸外光線の光線高が大きくなって第1群のレンズ系が大型化し、これに伴って第1群のレンズの肉厚も大きくなる。また、第1群の各レンズの曲率を大きくしなければならないため、レンズのコバ肉（縁肉）確保のためにも、第1群レンズの肉厚が増大することになる。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は従来技術のこのような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は、従来例に対してさらに小型化と低コスト化に適したズームレンズを提供することである。

#### 【0006】

本発明の具体的な課題の1つは、4群構成のズームレンズにおいて、第2群に対する第1群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることである。

#### 【0007】

本発明の具体的な課題のもう1つは、デジタルカメラや携帯電話、パソコンに具備されたカメラ等に適したズームレンズとして、CCDやCMOS等の撮像素子を考慮してテレセントリックに近い射出光束を実現し、また、ローパスフィルターや光束分割素子等を必要に応じて配置できるようにバックフォーカスを確保し、かつ、良好な結像性能を確保し、また、少ない構成枚数で小型なズームレンズを実現することである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするものである。

## 【0009】

$$0.5 < |F_2 / F_3| < 1.2 \quad \dots \quad (1)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots \quad (10)$$

ここで、 $F_i$  は第*i* 群の焦点距離、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0010】

本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするものである。

## 【0011】

$$0.49 < |L_3 / L_2| < 1 \quad \dots \quad (2)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots \quad (10)$$

ここで、 $L_i$  は第*i* 群の広角端から望遠端にかけての移動量、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0012】

本発明のさらにもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするものである。

## 【0013】

$$2 < (F_{3,4w}) / IH < 3.3 \quad \dots (3)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $(F_{3,4w})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、IHはイメージサークル半径、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0014】

本発明のさらに別のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、前記第3群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズと像面側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズからなり、前記第3群の物体側の正レンズと接合レンズが共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数カ所で鏡枠部に当付けた状態で保持され、下記の条件式(10)を満足することを特徴とするものである。

## 【0015】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0016】

以下に、本発明において上記構成をとる理由と作用について説明する。

## 【0017】

近年、カムコーダーやデジタルカメラのみならず携帯電話やパソコン等の電子撮像手段を用いた情報機器分野においても、民生用として小型で低コストなズームレンズへの要求が強まっている。このような要求に応えられるものとして先にあげた6-94997号や特開平6-194572号に示されるものがある。これらは先に述べたように、変倍比が8~12程度のものであり、その変倍作用の大部分は第2群が担っている。この場合、像点を略一定に保つために、第2群の横倍率は広角端から望遠端にわたって-1前後の範囲をとらなければならない。

## 【0018】

ところが、変倍比をこれよりも小さくとってさらに小型化を図る場合には、第2群の移動量が小さくてすむため、移動量が小さくなつたことによる第1群と第2群の間のスペースの余裕を小型化のためにぎりぎりまで詰めて構成することが効率的である。

## 【0019】

ところが、第1群と第2群の間隔を詰めた状態で第2群が-1前後の横倍率をとって変倍するためには、第2群に対する第1群のパワーを強くしなければならない。これによって入射瞳が遠くなるため、第1群を通る軸外光線の光線高が大きくなつて第1群のレンズ系が大型化し、これに伴つて第1群のレンズの肉厚も大きくなる。また、第1群の各レンズの曲率を大きくしなければならないため、レンズのコバ肉（縁肉）確保のためにも第1群レンズの肉厚が増大することになる。

## 【0020】

これに対して、本発明では第3群の変倍作用の負担の割合を大きくすることによってこれらの問題を回避し、第1群と第2群のパワーの比を余り変えずに、変倍比を確保し、小型化を図っている。このとき、第3群が大きな変倍作用を持つためには、第3群が比較的大きなパワーを持つ必要があり、条件式（1）はこれについて規定したものである。ここで、（1）式の下限の0.5を越えて第3群のパワーが第2群のパワーに対して弱くなると、第3群の変倍ときの移動量が大きくなりすぎ、また、それに伴つて像面位置を一定に保つための第2群の移動量も大きくなつて小型化の妨げとなる。また、上限の1.2を越えて第3群の第2群に対するパワーが強くなると、第3群における非点収差の発生量が大きくなりすぎ、また、第3群と第3群の物点との距離が短くなりすぎるために、第2群、第3群間に十分な間隔がとれなくなるため、好ましくない。さらに、CCDやCMOS等の撮像素子のパッケージやIRカットフィルター、ローパスフィルター等を光学系に挿入するためには、バックフォーカス $f_B$ が2.5mm以上あることが要求される。一方、バックフォーカス $f_B$ が4.8mmよりも長いと、コンパクト化が達成できなくなる。そのため、以下の条件式（10）を満足する必要

ある。

【0021】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ただし、 $f_{B(\min)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。ここで、パワーのあるレンズとは、屈折力が0でないレンズとの意味である。

【0022】

この条件式(10)の下限の2.5 mmを越えると、IRカットフィルター等のフィルターを配するスペースが確保できなくなる。一方、上限の4.8 mmを越えると、ズームレンズが大型化してしまう。この条件式は、特に携帯電話やノート型パソコンの撮像装置に用いる際に光学系を小型化するために重要な条件となる。

【0023】

また、次の条件式を満たせばさらに望ましい。

【0024】

$$0.6 < |F_2 / F_3| < 1 \quad \dots (4)$$

また、本発明では、上記のように第3群に比較的大きな変倍作用を持たせるため、第3群の変倍時の移動量を大きくする必要がある。条件式(2)はこれに関するもので、第2群と第3群の広角端から望遠端にかけての移動量の比に関して規定したものである。条件式(2)の下限の0.49を越えて第3群の第2群に対する移動量が小さくなると、第3群に十分な変倍作用を持たせることができなくなり、好ましくない。また、上限の1を越えて第3群の第2群に対する移動量が大きくなると、第3群の変倍時の非点収差やコマ収差等の収差変動が大きくなりすぎると共に、望遠端での第3群と第3群の物点との距離が短くなりすぎて、第2群と第3群の間隔が十分に確保できなくなり、好ましくない。

【0025】

また、本発明のような正・負・正・正の4群ズームの場合、第1群と第2群による虚像を撮像面にリレーする第3群と第4群のパワーを強くして、第1群と第2群による虚像の位置と撮像面との距離を縮めることがレンズ系全長の短縮に対

して有効なため、第3群と第4群の合成パワーを強くするような構成をとっている。条件式(3)はこれに関するもので、条件式(3)の上限の3.3を越えて第3群と第4群の広角端での合成焦点距離がイメージサークル半径(像高)IHに対して大きくなる(パワーが弱くなる)と、上記の理由で小型化が十分でなくなる。また、条件式(3)の下限の2を越えて第3群と第4群の広角端での合成焦点距離がイメージサークル半径に対して小さくなる(パワーが強くなる)と、第3群と第4群で発生する非点収差が大きくなりすぎると共に、第3群と第3群の物点との距離が短くなりすぎて、望遠端における第2群と第3群の間隔が十分にとれなくなり、好ましくない。

## 【0026】

また、本発明のようなズームレンズの場合、軸上光束の入射角が比較的小さい第4群でフォーカシングすれば、フォーカシング時の収差変動が小さく好ましい。また、第4群は比較的レンズ径が小さく軽量であるため、フォーカシング時の駆動トルクが少なくてよいという利点がある。

## 【0027】

また、第3群、第4群の合成パワーの中できるだけ多くを第3群に持たせることが、レンズ全長の短縮に有利である。したがって、本発明では、第4群に対して第3群に比較的大きなパワーを持たせている。以下の条件式(5)はこれに関するもので、第3群の焦点距離の第4群の焦点距離に対する比を規定したものである。

## 【0028】

$$0.3 < F_3 / F_4 < 0.8 \quad \dots (5)$$

ここで、 $F_i$  は第*i*群の焦点距離である。条件式(5)の上限の0.8よりも第3群の焦点距離の第4群の焦点距離に対する比を小さくすることによって、従来に比較してより小型化を達成することができる。また、条件式(5)の下限0.3を越えて第3群の焦点距離の第4群の焦点距離に対する比が小さくなると、第4群のパワーが弱くなりすぎ、第4群でフォーカシングする場合のフォーカシング移動量が大きくなりすぎ、フォーカシングに伴う収差変動が大きくなつて好ましくない。

## 【0029】

また、本発明では上記のように、第4群が第3群に比べて比較的パワーが小さいので、第4群は正レンズ1枚で構成することがレンズ系の小型化の上で望ましい。

## 【0030】

また、変倍による非点収差の変動を抑えるために、第4群の少なくとも1面を非球面とすることが望ましい。

## 【0031】

また、本発明では、下記の条件式(6)を満たすことが望ましい。

## 【0032】

$$0.4 < |\beta_{2T}| < 1 \quad \dots (6)$$

ここで、 $\beta_{2T}$ は第2群の望遠端での横倍率である。

## 【0033】

(6) 式は第2群の望遠端における横倍率の絶対値を規定したもので、下限の0.4を越えて第2群の望遠端における横倍率の絶対値が小さくなると、第2群による変倍作用が十分でなくなると共に、第1群のパワーが弱くなりすぎて、レンズの小型化が達成できなくなる。また、上限の1を越えて第2群の望遠端における横倍率の絶対値が大きくなると、第3群の変倍作用が十分でなくなると共に、第1群のパワーが強くなりすぎて、第1群のレンズ系が大きくなつて小型化の妨げとなる。

## 【0034】

また、第3群は、第3群の結像倍率を変えることなく、パワーを強くしてレンズ系全体の小型化に寄与することが好ましい。このとき、第3群と第3群の物点との距離が近くなることによって望遠端において第2群と第3群が干渉することを避けるため、第3群の主点ができるだけ物体側に置くことが望ましい。このため、第3群を物体側から順に正・正・負の3枚で構成し、球面収差を補正するために少なくとも1面を非球面とすることが望ましい。

## 【0035】

また、第2群中の少なくとも1面を非球面とすることで、変倍による非点収差

やコマ収差の変動をさらに良好に補正することができる。

【0036】

また、本発明では、前記のように第3群が比較的大きな変倍作用を負担しているため、第1群と第2群にかかる収差補正の負担を軽くできるため、第1群を正レンズ1枚で構成することができる。このとき、第1群で発生する倍率色収差を補正するために、第2群の最も物体側を比較的分散の大きい負レンズで構成することが望ましい。下記の(7)式はこれに関するもので、第2群の最も物体側の負レンズのアッペ数を規定したるものである。

【0037】

$$v_{21} < 40 \quad \dots (7)$$

ここで、 $v_{21}$ は第2群の最も物体側の負レンズのアッペ数である。

【0038】

上記のように、第1群の正レンズで発生する倍率色収差を補正するために、第2群の最も物体側の負レンズのアッペ数は、(7)式の上限の40を越えないことが望ましい。また、下記の条件式(8)を満たすことで、さらに倍率色収差を良好に補正することができる。

【0039】

$$v_{21} < 35 \quad \dots (8)$$

また、本発明のように第3群を物体側から順に正・正・負の3枚で構成する場合、小型化のために、第3群全体の主点ができるだけ物体側に置くため、2枚の正レンズは共に物体側に凸面を向け、負レンズは像面側に強い凹面に向いている形状とすることが望ましい。このような構成としたとき、強い屈折力を持った2枚の正レンズの物体側に向いた凸面と、負レンズの像面側に向いた凹面は、製作時の光軸との偏心誤差が性能の劣化に及ぼす影響が大きくなりやすい。このため、像面側の正レンズと負レンズを接合レンズとし、レンズ保持枠で保持する際に物体側の正レンズと接合レンズが共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数カ所で保持枠に当た付けた状態で保持されていることが望ましい。

【0040】

また、本発明の別のズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変

倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第3群は正レンズと負レンズからなる接合レンズを有し、前記第4群は1枚の正レンズからなり、下記の条件式(10)を満足するように構成することができる。

## 【0041】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \cdots (10)$$

このように構成すると、変倍時、広角端から望遠端にかけて、負の屈折力を有する第2群を物体側から像面側に移動させ、正の屈折力を有する第3群を像面側から物体側に移動させることにより、従来第2群で負担していた変倍の負担を第2群と第3群に分けることができる。これにより、第2群に対する第1群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることが達成できる。すなわち、このような構成により、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくすることによって、第1群と第2群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることができる。

## 【0042】

次に、この場合に、第3群が正レンズと負レンズからなる接合レンズを有する作用効果を説明する。第3群を変倍時可動群としたことにより、変倍時の収差変動に対する第3群の収差補正の負担が大きくなり、また、色収差を良好に補正する必要がある。このため、第3群は少なくとも正レンズ成分と負レンズ成分が必要となる。このとき、正レンズと負レンズに相対偏心が生じると結像性能が大きく劣化する。上記構成では、第3群に正レンズと負レンズからなる接合レンズを採用することにより、正レンズと負レンズの間の偏心を容易に小さくすることができる。すなわち、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくし、かつ、色収差を良好に補正し、かつ、偏心による画質の劣化が起き難くすることを達成できた。また、上記構成では、従来第2群で負担していた変倍の負担を第2群と第3群に分けているが、これにより、4群にかかる収差補正の負担を減らすことにも成功し、第4群を1枚の正レンズで構成することにより、結像性能と小型化を達成で

きる。

#### 【0043】

上記の構成において、第4群の正レンズの少なくとも1面は非球面であるようにすることが望ましい。

#### 【0044】

上記の第4群を1枚の正レンズで構成する場合に、第4群が1枚の非球面を有することにより、変倍の負担を第2群と第3群に分け、軽くなった第4群が負担する収差補正をさらに良好に行い、低コスト、小型化を達成することができる。なお、非球面の形成はいわゆるガラスプレスによるものでもよいし、ガラス等の基材の上に薄い樹脂層を配置する方法（いわゆるハイブリッド型）でもよいし、プラスチックの成形によるものでもよい。

#### 【0045】

また、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第2群と第3群はそれぞれ正レンズと負レンズからなる接合レンズを有し、下記の条件式（10）を満足することを特徴とする構成にすることができる。

#### 【0046】

$$2.5 \text{ mm} < f_B(\min) < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

このように構成すると、変倍時広角端から望遠端にかけて、負の屈折力を有する第2群を物体側から像面側に移動させ、正の屈折力を有する第3群を像面側から物体側に移動させることにより、従来第2群で負担していた変倍の負担を第2群と第3群に分けることができる。これにより、第2群に対する第1群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることが達成できる。すなわち、この構成では、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくすることによって、第1群と第2群のパワーの比を大きくすることなく変倍比を確保し、小型化を図ることができる。

## 【0047】

次に、この場合に、第3群が正レンズと負レンズからなる接合レンズを有する作用効果を説明する。第3群を変倍時可動群としたことにより、変倍時の収差変動に対する第3群の収差補正の負担が大きくなり、また、色収差を良好に補正する必要がある。このため、第3群は少なくとも正レンズ成分と負レンズ成分が必要となる。このとき、正レンズと負レンズに相対偏心が生じると結像性能が大きく劣化する。上記構成では、第3群に正レンズと負レンズからなる接合レンズを採用することにより、正レンズと負レンズの間の偏心を容易に小さくすることができる。すなわち、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくし、かつ、色収差を良好に補正し、かつ、偏心による画質の劣化が起き難くすることを達成できた。第2群も負担が軽くなったとは言え変倍時可動群であり、変倍時の収差変動に対する第2群の収差補正の負担が大きく、色収差の補正を良好に補正する必要がある。このため、第2群は、少なくとも正レンズ成分と負レンズ成分が必要となる。このとき、正レンズと負レンズに相対偏心が生じると結像性能が大きく劣化する。上記構成では、第2群に正レンズと負レンズからなる接合レンズを採用することにより、正レンズと負レンズの間の偏心を容易に小さくすることができる。すなわち、偏心による画質の劣化が起き難くすることを達成できた。

## 【0048】

また、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第3群は物体側より正レンズと、正レンズと負レンズからなる接合レンズとから構成され、下記の条件式(10)を満足することを特徴とする構成にすることができる。

## 【0049】

$$2.5 \text{ mm} < f_B(\min) < 4.8 \text{ mm} \quad \dots \quad (10)$$

このように構成すると、変倍時広角端から望遠端にかけて、負の屈折力を有する第2群を物体側から像面側に移動させ、正の屈折力を有する第3群を像面側か

ら物体側に移動させることにより、従来第2群で負担していた変倍の負担を第2群と第3群に分けることができる。これにより、第2群に対する第1群のパワーの比を大きくすることなく、変倍比を確保し、小型化を図ることが達成できる。すなわち、この構成では、第3群の変倍作用の負担の割合を大きくすることによって、第1群と第2群のパワーの比を大きくすることなく変倍比を確保し、小型化を図ることができる。また、第3群を物体側から順に正・正・負の3枚で構成することにより、第3群全体の主点を物体側に配置でき、さらなる小型化を達成している。すなわち、負レンズは色収差補正のために必要であり、正レンズを2枚配置することより強い正のパワーと第3群自体の小型化（簡易な構成）を達成している。さらに、第3群を物体側から順に、正・正・負と配置することにより、少ない枚数で諸収差を良好に補正し、また、第3群全体の主点を物体側に配置し、望遠端での第2群と第3群の主点位置を効率的に近づけることができ、全系のさらなる小型化を達成している。

#### 【0050】

また、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第3群は、物体側から順に、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、前記第4群は物体側面の曲率が大きい両凸レンズからなり、下記の条件式（10）を満足することを特徴とする構成にすることができる。

#### 【0051】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

この構成において、第3群を、物体側から順に、物体側に凸面向けた正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと負メニスカスレンズの接合レンズとから構成することにより、第3群全体の主点をより物体側に置くことができ、レンズ系の小型化を達成することができる。また、正メニスカスレンズと負メニスカスレンズを接合レンズとすることより、偏心による性能劣化を抑えている

。第3群をこのような構成とすることで、第4群を単レンズ1枚で構成することができ、さらにその単レンズを物体側の曲率が大きい両凸レンズとすることで、第3群、第4群のレンズ枚数を最小限にしたまま、像面に入射する光線をテレセントリックに近づけることと、バックフォーカスの確保ができ、前記のもう1つ課題を解決している。

## 【0052】

また、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は1枚の正レンズから構成され、前記第2群は、物体側から順に、単レンズと、負レンズと正レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第3群は、物体側から順に、単レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第4群は1枚の正レンズからなり、下記の条件式(10)を満足することを特徴とする構成にすることができる。

## 【0053】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

この構成により、少ない構成枚数で、かつ、良好の結像性能を得ることのできるデジタルカメラに好適な正・負・正・正のズームレンズを達成することができる。すなわち、収差補正の負担を第2群と第3群に集中させる構成を採用して、収差補正の負担の少ない第1群と第4群はそれぞれ1枚の正レンズで構成できる。収差補正の負担の大きい第2群の構成を、物体側から順に、単レンズと負レンズと正レンズの接合レンズとすることにより、最少枚数で第2群単独で発生する色収差を始めとする諸収差を小さくすることができ、さらなる小型化に寄与できる。さらに、第2群の負レンズと正レンズを接合レンズとして偏心による性能劣化を抑えている。収差補正の負担の大きい第3群の構成を、物体側から順に、単レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとすることにより、最少枚数で第3群単独で発生する色収差を始めとする諸収差を小さくすることができ、さらなる小型化に寄与できる。さらに、第3群の正レンズと負レンズを接合レンズと

して偏心による性能劣化を抑えている。

#### 【0054】

なお、第1群のパワーを弱くすることにより、第1群での収差の発生量を少なくすることができ、第2群、第3群での第1群で発生した収差補正の負担が軽減され望ましい。また、以下の条件式を満足することが望ましい。

#### 【0055】

$$8 < F_1 / I H < 20 \quad \dots (9)$$

ただし、 $F_1$  は第1群の焦点距離、IHは像高（像の中心から像の最周辺までの長さ。イメージサークル半径と同じ。）である。条件式(9)の下限の8を越えると、第1群での収差の発生量が大きくなり、好ましくなく、上限の20を越えると、第1群のパワーが弱くなり、十分な変倍比を確保できなくなるか、小型化が困難となる。

#### 【0056】

さらに、本発明のもう1つのズームレンズは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は正レンズと負レンズの2枚のレンズからなり、第2群又は第3群中に少なくとも一組の正レンズと負レンズの接合レンズを含み、下記の条件式(10)を満足することを特徴とする構成にすることができる。

#### 【0057】

$$2.5 \text{ mm} < f_B(\min) < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

この構成において、第1群の構成を正レンズと負レンズの2枚のレンズとすることにより、第1群のパワーに係わらず第1群で発生する色収差を小さくでき、その後の群の色収差の補正の負担を軽減でき、その結果、光学系全体を小型化することができる。この際、第2群あるいは第3群に正レンズと負レンズの接合レンズを有することによって、第1群以外でも発生する色収差の低減が図れ、かつ、偏心等による結像性能の劣化を防ぐことができ、その結果、構成枚数や製作コストや小型化に有利な光学系が達成できる。

## 【0058】

また、これまで述べたズームレンズにおいて、下記の条件式(11)を満足することがより好ましい。

## 【0059】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\max)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots \quad (11)$$

ただし、 $f_{B(\max)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も長くなるときの値である。

## 【0060】

この条件式(11)の下限の2.5mmについては条件式(10)と同様であり、この下限を越えると、撮像素子のパッケージやIRカットフィルター、ローパスフィルター等を光学系に組み込む際に干渉等の支障をきたしやすくなる。一方、上限の4.8mmを越えると、小型化が達成できなくなる。この条件は、ズームレンズを携帯電話やノートパソコン等、小型の携帯情報端末に組み込む際にズームレンズが大きくならないようにするために有効である。

## 【0061】

なお、前記条件式(10)は、さらにその上限を4.0mmとすると、小型化の上でより好ましい。

## 【0062】

一方、条件式(11)も同様に、上限を4.8mmとすると、小型化の上でより好ましい。

## 【0063】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明のズームレンズの実施例1～10について説明する。

## 【0064】

図1～図10にそれぞれ実施例1～10のズームレンズの広角端でのレンズ配置を示す断面図を示す。各実施例の数値データは後記する。なお、図1～図10においては、何れも第4群G4と像面の間に平行平板が配置されているが、これらは、撮像素子のカバーガラスや、IRカットフィルター、ローパスフィルター等のフィルター類である。これらの平行平板は、後記の数値データ中では省かれ

ている。

### 【0065】

実施例1は、焦点距離3. 643～10. 420mm、画角66. 42°～24°のズームレンズであり、図1に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと両凸レンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズ2枚と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第4群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

### 【0066】

実施例2は、焦点距離2. 924～8. 425mm、画角67. 04°～23. 72°のズームレンズであり、図2に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズ2枚と、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

### 【0067】

実施例3は、焦点距離3. 238～9. 300mm、画角66. 82°～23. 88°のズームレンズであり、図3に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと両凸レンズとの接合レンズからなり、第2群G2は、両凹レンズと、正レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3

は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなり、第4群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなる。第2群G2の最も像面側の面と、第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

## 【0068】

実施例4は、焦点距離3.144~9.070mm、画角64.93°~24.87°のズームレンズであり、図4に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと負メニスカスレンズとの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

## 【0069】

実施例5は、焦点距離3.578~10.193、画角68.30°~24.54°のズームレンズであり、図5に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズとの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第2群G2の最も像面側の面と、第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられ

ている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

## 【0070】

なお、実施例5においては、図11に示すように、第3群G3の物体側の正レンズ $L_{31}$ と接合レンズ $L_{32}$ が共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数カ所で保持棒1に当て付けた状態で保持されており、性能に影響を及ぼしやすい偏心誤差が小さくなるようにされている。

## 【0071】

実施例6は、焦点距離2.478~7.162mm、画角67.32°~25.95°のズームレンズであり、図6に示すように、第1群G1は、凸平レンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

## 【0072】

実施例7は、焦点距離2.976~8.549mm、画角67.68°~26.08°のズームレンズであり、図7に示すように、第1群G1は、凸平レンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズと、像面側に凸面を向けた負メニスカスレンズからなる。第3群G3の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端か

ら望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

## 【0073】

実施例8は、焦点距離4.093~11.875mm、画角67.80°~26.08°のズームレンズであり、図8に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

## 【0074】

実施例9は、焦点距離3.281~9.500mm、画角67.69°~26.08°のズームレンズであり、図9に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

## 【0075】

実施例10は、焦点距離3.634~10.687mm、画角68.52°~

26. 08° のズームレンズであり、図10に示すように、第1群G1は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズからなり、第2群G2は、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、両凹レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとの接合レンズからなり、その後に絞りSが位置し、第3群G3は、両凸レンズと、両凸レンズと両凹レンズの接合レンズからなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の最も物体側の面に非球面が用いられている。広角端から望遠端への変倍の際、図に矢印で示すように、第1群G1と絞りSは固定で、第2群G2は物体側から像面側に移動し、第3群G3と第4群G4は相互の間隔を広げながら像面側から物体側に移動する。

## 【0076】

以下に、上記各実施例の数値データを示すが、長さの単位はmmであり、記号は上記の外、 $f$ は全系焦点距離、 $F_{N0}$ はFナンバー、 $f_B$ はバックフォーカスの空気換算長、 $r_1, r_2 \dots$ は各レンズ面の曲率半径、 $d_1, d_2 \dots$ は各レンズ面間の間隔、 $n_{d1}, n_{d2} \dots$ は各レンズのd線の屈折率、 $v_{d1}, v_{d2} \dots$ は各レンズのd線のアッペ数である。なお、非球面形状は、xを光の進行方向を正とした光軸とし、yを光軸と直交する方向にとると、下記の式にて表される。

## 【0077】

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (K+1) (y/r)^2\}^{1/2}] \\ + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + A_{12} y^{12}$$

ただし、rは近軸曲率半径、Kは円錐係数、 $A_4, A_6, A_8, A_{10}, A_{12}$ はそれぞれ4次、6次、8次、10次、12次の非球面係数である。

## 【0078】

## 実施例1

$$f = 3.643 \sim 6.310 \sim 10.420$$

$$F_{N0} = 2.79 \sim 3.22 \sim 4.11$$

$$f_B = 3.43 \sim 3.73 \sim 4.11$$

$$r_1 = 123.446 \quad d_1 = 0.79 \quad n_{d1} = 1.84666 \quad v_{d1} = 23.78$$

$r_2 =$	26.028	$d_2 =$	2.63	$n_{d2} = 1.48749$	$\nu_{d2} = 70.23$
$r_3 =$	-37.648	$d_3 =$	0.12		
$r_4 =$	9.745	$d_4 =$	2.16	$n_{d3} = 1.69680$	$\nu_{d3} = 55.53$
$r_5 =$	41.109	$d_5 =$	(可変)		
$r_6 =$	49.306	$d_6 =$	0.56	$n_{d4} = 1.77250$	$\nu_{d4} = 49.60$
$r_7 =$	3.668	$d_7 =$	1.97		
$r_8 =$	-6.439	$d_8 =$	0.56	$n_{d5} = 1.48749$	$\nu_{d5} = 70.21$
$r_9 =$	7.824	$d_9 =$	1.19	$n_{d6} = 1.84666$	$\nu_{d6} = 23.78$
$r_{10} =$	-92.465	$d_{10} =$	(可変)		
$r_{11} =$	$\infty$ (絞り)	$d_{11} =$	(可変)		
$r_{12} =$	7.726 (非球面)	$d_{12} =$	1.29	$n_{d7} = 1.58913$	$\nu_{d7} = 61.18$
$r_{13} =$	-15.280	$d_{13} =$	0.10		
$r_{14} =$	5.743	$d_{14} =$	1.73	$n_{d8} = 1.72916$	$\nu_{d8} = 54.68$
$r_{15} =$	-8.215	$d_{15} =$	0.20		
$r_{16} =$	17.851	$d_{16} =$	0.46	$n_{d9} = 1.84666$	$\nu_{d9} = 23.78$
$r_{17} =$	2.797	$d_{17} =$	(可変)		
$r_{18} =$	6.406	$d_{18} =$	1.07	$n_{d10} = 1.72916$	$\nu_{d10} = 54.68$
$r_{19} =$	21.794				

## ズーム間隔

f	3.643	6.310	10.420	
	+	+	+	
d <sub>5</sub>	0.64	2.95	4.22	
	+	+	+	
d <sub>10</sub>	4.43	2.13	0.86	
	+	+	+	
d <sub>11</sub>	3.24	2.25	0.62	
	+	+	+	
d <sub>17</sub>	1.61	2.30	3.55	

## 非球面係数

## 第12面

$$K = -0.218$$

$$A_4 = -3.12469 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -2.00580 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 2.58848 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = -3.98934 \times 10^{-6}$$

$$|F_2 / F_3| = 0.714$$

$$F_3 / F_4 = 0.539$$

$$|\beta_{2T}| = 0.897$$

$$|L_3 / L_2| = 0.73$$

$$(F_{3,4W}) / IH = 2.44$$

$$F_1 / IH = 6.97$$

$$IH = 2.25$$

【0079】

## 実施例2

$$f = 2.924 \sim 5.049 \sim 8.425$$

$$F_{N0} = 2.78 \sim 3.39 \sim 4.22$$

$$f_B = 2.69 \sim 3.00 \sim 4.18$$

$$r_1 = 9.603 \quad d_1 = 0.64 \quad n_{d1} = 1.84666 \quad v_{d1} = 23.78$$

$$r_2 = 6.804 \quad d_2 = 2.74 \quad n_{d2} = 1.60311 \quad v_{d2} = 60.64$$

$$r_3 = 121.247 \quad d_3 = (\text{可変})$$

$$r_4 = 21.867 \quad d_4 = 0.41 \quad n_{d3} = 1.65160 \quad v_{d3} = 58.55$$

$$r_5 = 2.740 \quad d_5 = 1.87$$

$$r_6 = -17.627 \quad d_6 = 0.37 \quad n_{d4} = 1.56384 \quad v_{d4} = 60.67$$

$$r_7 = 10.992 \quad d_7 = -0.01$$

$$r_8 = 4.352 \quad d_8 = 0.93 \quad n_{d5} = 1.80518 \quad v_{d5} = 25.42$$

$$r_9 = 6.985 \quad d_9 = (\text{可変})$$

$r_{10} = \infty$ (絞り)	$d_{10}$ (可変)	
$r_{11} = 6.533$ (非球面)	$d_{11} = 1.96$	$n_{d6} = 1.67790$ $\nu_{d6} = 55.34$
$r_{12} = -6.275$	$d_{12} = 0.45$	
$r_{13} = 6.079$	$d_{13} = 1.25$	$n_{d7} = 1.60311$ $\nu_{d7} = 60.64$
$r_{14} = -9.868$	$d_{14} = 0.07$	
$r_{15} = 25.676$	$d_{15} = 0.37$	$n_{d8} = 1.84666$ $\nu_{d8} = 23.78$
$r_{16} = 2.938$	$d_{16}$ (可変)	
$r_{17} = 7.544$	$d_{17} = 0.91$	$n_{d9} = 1.58913$ $\nu_{d9} = 61.14$
$r_{18} = -46.010$		

## ズーム間隔

f	2.924	5.049	8.425	
$d_3$	0.36	2.53	4.14	
$d_9$	4.46	2.29	0.69	
$d_{10}$	2.85	1.70	0.50	
$d_{16}$	1.02	1.85	1.88	

## 非球面係数

## 第11面

$$K = -0.218$$

$$A_4 = -4.79076 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 7.18792 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -2.84416 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = 4.21243 \times 10^{-5}$$

$$| F_2 / F_3 | = 0.837$$

$$F_3 / F_4 = 0.475$$

$$|\beta_{2T}| = 0.501$$

$$|L_3 / L_2| = 0.62$$

$$(F_{3,4W}) / I_H = 2.58$$

$$F_1 / I_H = 10.99$$

$$I_H = 1.8$$

【0080】

## 実施例3

$$f = 3.238 \sim 5.605 \sim 9.300$$

$$F_{N0} = 2.79 \sim 3.35 \sim 4.33$$

$$f_B = 3.05 \sim 3.45 \sim 4.42$$

$$r_1 = 11.229 \quad d_1 = 0.71 \quad n_{d1} = 1.84666 \quad v_{d1} = 23.78$$

$$r_2 = 8.678 \quad d_2 = 1.82 \quad n_{d2} = 1.60311 \quad v_{d2} = 60.64$$

$$r_3 = -4524.933 \quad d_3 = (\text{可変})$$

$$r_4 = -44.964 \quad d_4 = 0.49 \quad n_{d3} = 1.77250 \quad v_{d3} = 49.60$$

$$r_5 = 2.859 \quad d_5 = 1.07$$

$$r_6 = 10.754 \quad d_6 = 1.04 \quad n_{d4} = 1.80518 \quad v_{d4} = 25.42$$

$$r_7 = \infty \quad (\text{非球面}) \quad d_7 = (\text{可変})$$

$$r_8 = \infty \quad (\text{絞り}) \quad d_8 = (\text{可変})$$

$$r_9 = 4.318 \quad (\text{非球面}) \quad d_9 = 1.55 \quad n_{d5} = 1.58913 \quad v_{d5} = 61.18$$

$$r_{10} = -13.012 \quad d_{10} = 0.09$$

$$r_{11} = 4.720 \quad d_{11} = 1.16 \quad n_{d6} = 1.72916 \quad v_{d6} = 54.68$$

$$r_{12} = 30.878 \quad d_{12} = 0.09$$

$$r_{13} = 8.260 \quad d_{13} = 0.41 \quad n_{d7} = 1.84666 \quad v_{d7} = 23.78$$

$$r_{14} = 2.400 \quad d_{14} = (\text{可変})$$

$$r_{15} = 5.989 \quad (\text{非球面}) \quad d_{15} = 1.03 \quad n_{d8} = 1.58913 \quad v_{d8} = 61.14$$

$$r_{16} = 666.490$$

ズーム間隔



f	3.238	5.605	9.300	
	—	—	—	—
d <sub>3</sub>	0.68	3.22	4.76	
	—	—	—	—
d <sub>7</sub>	4.85	2.31	0.76	
	—	—	—	—
d <sub>8</sub>	3.32	2.13	0.55	
	—	—	—	—
d <sub>14</sub>	1.22	2.01	2.63	
	—	—	—	—

## 非球面係数

## 第7面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -2.85671 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -5.00585 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -4.55482 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 1.15287 \times 10^{-6}$$

## 第9面

$$K = -0.218$$

$$A_4 = -2.53050 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -3.22409 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 1.05400 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = -1.24302 \times 10^{-6}$$

## 第15面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.11182 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 2.52212 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -6.19443 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 1.11195 \times 10^{-5}$$

$$\begin{aligned}
 |F_2/F_3| &= 0.866 \\
 F_3/F_4 &= 0.591 \\
 |\beta_{2T}| &= 0.575 \\
 |L_3/L_2| &= 0.68 \\
 (F_{3,4W})/IH &= 2.52 \\
 F_1/IH &= 10.06 \\
 IH &= 2.0
 \end{aligned}$$

## 【0081】

## 実施例4

$f = 3.144 \sim 5.518 \sim 9.070$		
$F_{N0} = 2.78 \sim 3.34 \sim 4.35$		
$f_B = 2.85 \sim 3.29 \sim 4.40$		
$r_1 = 9.466$	$d_1 = 2.06$	$n_{d1} = 1.48749 \nu_{d1} = 70.23$
$r_2 = 325.991$	$d_2 = (\text{可変})$	
$r_3 = 19.366$	$d_3 = 0.48$	$n_{d2} = 1.84666 \nu_{d2} = 23.78$
$r_4 = 3.135$	$d_4 = 1.51$	
$r_5 = -7.920$	$d_5 = 0.46$	$n_{d3} = 1.48749 \nu_{d3} = 70.23$
$r_6 = 4.420$	$d_6 = 1.49$	$n_{d4} = 1.84666 \nu_{d4} = 23.78$
$r_7 = 241.864$	$d_7 = (\text{可変})$	
$r_8 = \infty (\text{絞り})$	$d_8 = (\text{可変})$	
$r_9 = 4.925 (\text{非球面})$	$d_9 = 1.91$	$n_{d5} = 1.56384 \nu_{d5} = 60.67$
$r_{10} = -9.657$	$d_{10} = 0.07$	
$r_{11} = 4.433$	$d_{11} = 1.64$	$n_{d6} = 1.77250 \nu_{d6} = 49.60$
$r_{12} = 147.741$	$d_{12} = 0.40$	$n_{d7} = 1.84666 \nu_{d7} = 23.78$
$r_{13} = 2.588$	$d_{13} = (\text{可変})$	
$r_{14} = 5.552 (\text{非球面})$	$d_{14} = 1.40$	$n_{d8} = 1.56384 \nu_{d8} = 60.67$
$r_{15} = -26.965$		

ズーム間隔

f	3.144	5.518	9.070	
d <sub>2</sub>	0.56	3.27	4.59	
d <sub>7</sub>	4.78	2.27	0.74	
d <sub>8</sub>	3.73	2.40	0.53	
d <sub>13</sub>	1.29	2.16	2.95	

## 非球面係数

## 第9面

$$K = -0.218$$

$$A_4 = -1.70776 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 3.80242 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = 6.65158 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = -2.95559 \times 10^{-8}$$

## 第14面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -5.91729 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -4.46239 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 1.89881 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

$$| F_2 / F_3 | = 0.779$$

$$F_3 / F_4 = 0.794$$

$$| \beta_{2T} | = 0.586$$

$$| L_3 / L_2 | = 0.792$$

$$(F_{3,4W}) / I_H = 2.71$$

$$F_1 / I_H = 9.98$$

I H = 2.0

【0082】

## 実施例5

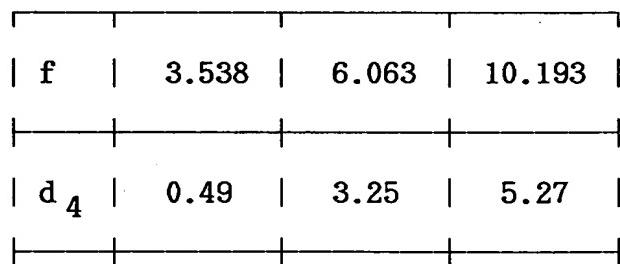
$$f = 3.538 \sim 6.063 \sim 10.193$$

$$F_{N0} = 1.99 \sim 2.27 \sim 2.71$$

$$f_B = 3.52 \sim 4.13 \sim 5.01$$

$r_1 = 11.700$	$d_1 = 0.75$	$n_{d1} = 1.80518 \quad v_{d1} = 25.42$
$r_2 = 8.376$	$d_2 = 0.22$	
$r_3 = 8.983$	$d_3 = 3.12$	$n_{d2} = 1.69680 \quad v_{d2} = 55.53$
$r_4 = 1994.627$	$d_4 = (\text{可変})$	
$r_5 = 272.962$	$d_5 = 0.51$	$n_{d3} = 1.77250 \quad v_{d3} = 49.60$
$r_6 = 3.607$	$d_6 = 1.90$	
$r_7 = -67.501$	$d_7 = 0.51$	$n_{d4} = 1.48749 \quad v_{d4} = 70.23$
$r_8 = 6.854$	$d_8 = 1.49$	$n_{d5} = 1.72250 \quad v_{d5} = 29.20$
$r_9 = 47.648$ (非球面)	$d_9 = (\text{可変})$	
$r_{10} = \infty$ (絞り)	$d_{10} = (\text{可変})$	
$r_{11} = 5.926$ (非球面)	$d_{11} = 1.93$	$n_{d6} = 1.66910 \quad v_{d6} = 55.40$
$r_{12} = -19.572$	$d_{12} = 0.09$	
$r_{13} = 4.844$	$d_{13} = 1.64$	$n_{d7} = 1.67790 \quad v_{d7} = 55.34$
$r_{14} = 51.623$	$d_{14} = 0.45$	$n_{d8} = 1.84666 \quad v_{d8} = 23.78$
$r_{15} = 3.195$	$d_{15} = (\text{可変})$	
$r_{16} = 6.105$ (非球面)	$d_{16} = 1.82$	$n_{d9} = 1.66910 \quad v_{d9} = 55.40$
$r_{17} = -24.730$		

## ズーム間隔



d <sub>9</sub>	5.60	2.83	0.84	
d <sub>10</sub>	3.20	2.06	0.60	
d <sub>15</sub>	1.45	1.97	2.55	

## 非球面係数

## 第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -9.99655 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 3.86110 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.20035 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 6.80269 \times 10^{-7}$$

## 第11面

$$K = -0.218$$

$$A_4 = -6.82101 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.21088 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 3.20658 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -2.47777 \times 10^{-7}$$

## 第16面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -9.45299 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 2.83288 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -2.50040 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

$$| F_2 / F_3 | = 0.628$$

$$F_3 / F_4 = 1.088$$

$$| \beta_{2T} | = 0.760$$

$$| L_3 / L_2 | = 0.54$$

$$(F_{3,4W}) / IH = 2.67$$

$$F_1 / IH = 8.73$$

$$IH = 2.25$$

【0083】

## 実施例6

$$f = 2.478 \sim 4.226 \sim 7.162$$

$$F_{N0} = 2.03 \sim 2.36 \sim 2.91$$

$$f_B = 2.83 \sim 3.44 \sim 4.66$$

$$r_1 = 13.758 \quad d_1 = 1.55 \quad n_{d1} = 1.48749 \quad v_{d1} = 70.23$$

$$r_2 = \infty \quad d_2 = (\text{可変})$$

$$r_3 = 8.156 \quad d_3 = 0.47 \quad n_{d2} = 1.84666 \quad v_{d2} = 23.78$$

$$r_4 = 3.020 \quad d_4 = 2.04$$

$$r_5 = -10.317 \quad d_5 = 0.38 \quad n_{d3} = 1.48749 \quad v_{d3} = 70.23$$

$$r_6 = 3.905 \quad d_6 = 1.69 \quad n_{d4} = 1.84666 \quad v_{d4} = 23.78$$

$$r_7 = 15.206 \quad d_7 = (\text{可変})$$

$$r_8 = \infty (\text{絞り}) \quad d_8 = (\text{可変})$$

$$r_9 = 6.594 \text{ (非球面)} \quad d_9 = 1.28 \quad n_{d5} = 1.58913 \quad v_{d5} = 61.30$$

$$r_{10} = -13.376 \quad d_{10} = 0.08$$

$$r_{11} = 3.521 \quad d_{11} = 1.63 \quad n_{d6} = 1.77250 \quad v_{d6} = 49.60$$

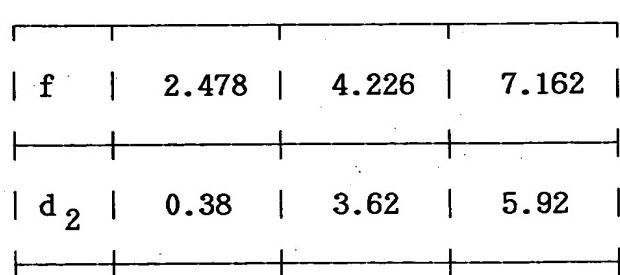
$$r_{12} = 32.979 \quad d_{12} = 0.34 \quad n_{d7} = 1.84666 \quad v_{d7} = 23.78$$

$$r_{13} = 2.478 \quad d_{13} = (\text{可変})$$

$$r_{14} = 5.082 \text{ (非球面)} \quad d_{14} = 1.23 \quad n_{d8} = 1.58913 \quad v_{d8} = 61.30$$

$$r_{15} = -11.553$$

## ズーム間隔



d <sub>7</sub>	6.07	2.83	0.56	
	—	—	—	—
d <sub>8</sub>	3.25	2.05	0.56	
	—	—	—	—
d <sub>13</sub>	1.30	1.88	2.14	
	—	—	—	—

## 非球面係数

## 第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -8.83776 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -1.79814 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 6.59986 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = -8.05802 \times 10^{-6}$$

$$A_{12} = 5.90942 \times 10^{-8}$$

## 第14面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.88373 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -1.31653 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = 3.07847 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = -1.33087 \times 10^{-4}$$

$$A_{12} = 1.81422 \times 10^{-5}$$

$$| F_2 / F_3 | = 0.77$$

$$F_3 / F_4 = 1.12$$

$$| \beta_{2T} | = 0.35$$

$$| L_3 / L_2 | = 0.48$$

$$(F_{3,4W}) / I_H = 3.06$$

$$F_1 / I_H = 17.10$$

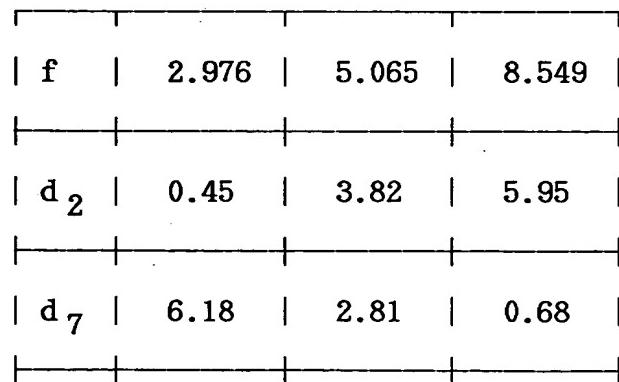
$$I_H = 1.5$$

【0084】

## 実施例7

$f =$	2.976 ~	5.065 ~	8.549	
$F_{N0} =$	2.64 ~	3.01 ~	3.85	
$f_B =$	2.91 ~	3.47 ~	4.54	
$r_1 =$	12.405	$d_1 =$	1.98	$n_{d1} = 1.48749 \nu_{d1} = 70.23$
$r_2 =$	$\infty$	$d_2 =$	(可変)	
$r_3 =$	15.574	$d_3 =$	0.45	$n_{d2} = 1.84666 \nu_{d2} = 23.78$
$r_4 =$	3.425	$d_4 =$	1.88	
$r_5 =$	-11.707	$d_5 =$	0.43	$n_{d3} = 1.48749 \nu_{d3} = 70.23$
$r_6 =$	4.402	$d_6 =$	1.51	$n_{d4} = 1.84666 \nu_{d4} = 23.78$
$r_7 =$	34.871	$d_7 =$	(可変)	
$r_8 =$	$\infty$ (絞り)	$d_8 =$	(可変)	
$r_9 =$	4.077 (非球面)	$d_9 =$	1.55	$n_{d5} = 1.58913 \nu_{d5} = 61.28$
$r_{10} =$	-12.990	$d_{10} =$	0.09	
$r_{11} =$	6.194	$d_{11} =$	1.40	$n_{d6} = 1.77250 \nu_{d6} = 49.60$
$r_{12} =$	36.559	$d_{12} =$	0.41	$n_{d7} = 1.84666 \nu_{d7} = 23.78$
$r_{13} =$	2.869	$d_{13} =$	(可変)	
$r_{14} =$	7.598	$d_{14} =$	1.14	$n_{d8} = 1.80400 \nu_{d8} = 46.57$
$r_{15} =$	-10.188	$d_{15} =$	0.41	
$r_{16} =$	-6.224	$d_{16} =$	0.45	$n_{d9} = 1.84666 \nu_{d9} = 23.78$
$r_{17} =$	-9.384			

ズーム間隔



d <sub>8</sub>	3.61	2.46	0.59	
d <sub>13</sub>	1.07	1.67	2.49	

非球面係数

第9面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -2.68388 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 8.86517 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -6.80012 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 1.65400 \times 10^{-5}$$

$$A_{12} = -1.50666 \times 10^{-6}$$

$$| F_2 / F_3 | = 0.76$$

$$F_3 / F_4 = 1.09$$

$$| \beta_{2T} | = 0.50$$

$$| L_3 / L_2 | = 0.55$$

$$(F_{3,4W}) / I_H = 2.79$$

$$F_1 / I_H = 12.85$$

$$I_H = 1.8$$

【0085】

実施例 8

$$f = 4.093 \sim 7.041 \sim 11.875$$

$$F_{N0} = 2.02 \sim 2.33 \sim 2.80$$

$$f_B = 4.53 \sim 5.42 \sim 6.90$$

$$r_1 = 18.108 \quad d_1 = 0.94 \quad n_{d1} = 1.84666 \quad v_{d1} = 23.78$$

$$r_2 = 12.307 \quad d_2 = 0.14$$

$$r_3 = 12.753 \quad d_3 = 3.10 \quad n_{d2} = 1.77250 \quad v_{d2} = 49.60$$

$$r_4 = 122.843 \quad d_4 = (\text{可変})$$

$$r_5 = 26.311 \quad d_5 = 0.63 \quad n_{d3} = 1.77250 \quad v_{d3} = 49.60$$

$r_6 =$	4.431	$d_6 =$	2.94	
$r_7 =$	-26.320	$d_7 =$	0.59	$n_{d4} = 1.57250 \quad v_{d4} = 57.74$
$r_8 =$	4.874	$d_8 =$	2.27	$n_{d5} = 1.80100 \quad v_{d5} = 34.97$
$r_9 =$	32.145	$d_9 =$	(可変)	
$r_{10} =$	$\infty$ (絞り)	$d_{10} =$	(可変)	
$r_{11} =$	8.399 (非球面)	$d_{11} =$	1.78	$n_{d6} = 1.58913 \quad v_{d6} = 61.30$
$r_{12} =$	-20.918	$d_{12} =$	0.13	
$r_{13} =$	10.353	$d_{13} =$	3.13	$n_{d7} = 1.77250 \quad v_{d7} = 49.60$
$r_{14} =$	-5.691	$d_{14} =$	0.56	$n_{d8} = 1.68893 \quad v_{d8} = 31.07$
$r_{15} =$	4.778	$d_{15} =$	(可変)	
$r_{16} =$	8.696 (非球面)	$d_{16} =$	3.13	$n_{d9} = 1.58913 \quad v_{d9} = 61.30$
$r_{17} =$	-16.508			

## ズーム間隔

$f$	4.093	7.041	11.875
$d_4$	0.63	4.63	7.56
$d_9$	7.87	3.87	0.94
$d_{10}$	4.43	2.75	0.84
$d_{15}$	1.26	2.05	2.48

## 非球面係数

## 第11面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -4.74324 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -2.42146 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 2.49585 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -1.17216 \times 10^{-7}$$

第16面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -6.18094 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 7.96643 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.16593 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 6.32501 \times 10^{-7}$$

$$|F_2 / F_3| = 0.64$$

$$F_3 / F_4 = 1.07$$

$$|\beta_{2T}| = 0.56$$

$$|L_3 / L_2| = 0.52$$

$$(F_{3,4W}) / IH = 2.81$$

$$F_1 / IH = 10.96$$

$$IH = 2.5$$

### 【0086】

#### 実施例9

$$f = 3.281 \sim 5.633 \sim 9.500$$

$$F_{N0} = 2.03 \sim 2.41 \sim 2.98$$

$$f_B = 2.98 \sim 3.50 \sim 4.60$$

$$r_1 = 13.782 \quad d_1 = 0.90 \quad n_{d1} = 1.84666 \quad v_{d1} = 23.78$$

$$r_2 = 11.125 \quad d_2 = 2.64 \quad n_{d2} = 1.69680 \quad v_{d2} = 55.53$$

$$r_3 = 73.145 \quad d_3 = (\text{可変})$$

$$r_4 = 16.578 \quad d_4 = 0.60 \quad n_{d3} = 1.84666 \quad v_{d3} = 23.78$$

$$r_5 = 3.821 \quad d_5 = 2.97$$

$$r_6 = -16.432 \quad d_6 = 0.47 \quad n_{d4} = 1.58913 \quad v_{d4} = 61.14$$

$$r_7 = 4.721 \quad d_7 = 2.50 \quad n_{d5} = 1.84666 \quad v_{d5} = 23.78$$

$$r_8 = 36.357 \quad d_8 = (\text{可変})$$

$$r_9 = \infty (\text{絞り}) \quad d_9 = (\text{可変})$$

$r_{10} = 6.997$	(非球面)	$d_{10} = 2.32$	$n_{d6} = 1.58913$	$\nu_{d6} = 61.30$
$r_{11} = -13.157$		$d_{11} = 0.10$		
$r_{12} = 5.948$		$d_{12} = 2.50$	$n_{d7} = 1.77250$	$\nu_{d7} = 49.60$
$r_{13} = -9.882$		$d_{13} = 0.45$	$n_{d8} = 1.80518$	$\nu_{d8} = 25.42$
$r_{14} = 3.525$		$d_{14} = \text{(可変)}$		
$r_{15} = 6.328$	(非球面)	$d_{15} = 2.50$	$n_{d9} = 1.58913$	$\nu_{d9} = 61.30$
$r_{16} = -18.262$				

## ズーム間隔

	f		3.281		5.633		9.500	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d_3$		0.50		3.55		5.78	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d_8$		6.03		2.99		0.75	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d_9$		3.91		2.44		0.68	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d_{14}$		0.64		1.59		2.27	
	-	-	-	-	-	-	-	-

## 非球面係数

## 第10面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -6.74025 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -3.39527 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 6.17490 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -3.69154 \times 10^{-7}$$

## 第15面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -1.22978 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 2.57259 \times 10^{-4}$$

$$A_8 = -5.94053 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 5.10256 \times 10^{-6}$$

$$|F_2/F_3| = 0.72$$

$$F_3/F_4 = 0.96$$

$$|\beta_{2T}| = 0.55$$

$$|L_3/L_2| = 0.61$$

$$(F_{3,4W})/IH = 2.73$$

$$F_1/IH = 11.41$$

$$IH = 2.0$$

### 【0087】

#### 実施例10

$$f = 3.634 \sim 6.338 \sim 10.687$$

$$F_{N0} = 2.03 \sim 2.36 \sim 2.86$$

$$f_B = 4.06 \sim 5.03 \sim 6.69$$

$$r_1 = 25.537 \quad d_1 = 0.84 \quad n_{d1} = 1.84666 \quad v_{d1} = 23.78$$

$$r_2 = 17.128 \quad d_2 = 1.92 \quad n_{d2} = 1.77250 \quad v_{d2} = 49.60$$

$$r_3 = 41.101 \quad d_3 = 0.11$$

$$r_4 = 17.177 \quad d_4 = 2.25 \quad n_{d3} = 1.60311 \quad v_{d3} = 60.64$$

$$r_5 = 64.686 \quad d_5 = (\text{可変})$$

$$r_6 = 21.366 \quad d_6 = 0.56 \quad n_{d4} = 1.80610 \quad v_{d4} = 40.92$$

$$r_7 = 4.013 \quad d_7 = 2.78$$

$$r_8 = -19.517 \quad d_8 = 0.53 \quad n_{d5} = 1.59551 \quad v_{d5} = 39.24$$

$$r_9 = 4.450 \quad d_9 = 2.10 \quad n_{d6} = 1.80518 \quad v_{d6} = 25.42$$

$$r_{10} = 34.830 \quad d_{10} = (\text{可変})$$

$$r_{11} = \infty (\text{絞り}) \quad d_{11} = (\text{可変})$$

$$r_{12} = 11.333 \text{ (非球面)} \quad d_{12} = 2.15 \quad n_{d7} = 1.58913 \quad v_{d7} = 61.30$$

$$r_{13} = -15.421 \quad d_{13} = 0.11$$

$$r_{14} = 6.624 \quad d_{14} = 2.81 \quad n_{d8} = 1.77250 \quad v_{d8} = 49.60$$

$r_{15} = -9.336$        $d_{15} = 0.51$        $n_{d9} = 1.74077$        $\nu_{d9} = 27.79$   
 $r_{16} = 4.319$        $d_{16} = \text{(可変)}$   
 $r_{17} = 8.127$  (非球面)       $d_{17} = 2.81$        $n_{d10} = 1.58913$        $\nu_{d10} = 61.30$   
 $r_{18} = -13.550$

## ズーム間隔

	f		3.634		6.338		10.687	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d_5$		0.56		4.10		6.61	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d_{10}$		6.89		3.35		0.84	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d_{11}$		4.43		2.65		0.76	
	-	-	-	-	-	-	-	-
	$d_{16}$		1.66		2.46		2.70	
	-	-	-	-	-	-	-	-

## 非球面係数

## 第12面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -2.72290 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -2.67214 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = 3.52082 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = -1.72643 \times 10^{-7}$$

## 第17面

$$K = 0.000$$

$$A_4 = -6.98015 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = 8.08033 \times 10^{-5}$$

$$A_8 = -1.17442 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 6.68163 \times 10^{-7}$$

$$|F_2/F_3| = 0.59$$

$$F_3/F_4 = 1.08$$

$$|\beta_{2T}| = 0.55$$

$$|L_3/L_2| = 0.61$$

$$(F_{3,4W})/IH = 2.96$$

$$F_1/IH = 11.19$$

$$IH = 2.25$$

#### 【0088】

以上の実施例1のズームレンズを無限遠物点に合焦したときの広角端と望遠端での収差図をそれぞれ図12、図13に示す。これら図中、(a)は球面収差、(b)は非点収差、(c)は歪曲収差、(d)は倍率色収差、(e)はコマ収差である。なお、 $\omega$ は半画角である。

#### 【0089】

上述した本発明のズームレンズは、CCDやCMOSセンサー等の電子撮像素子を用いた各種撮影装置に用いることができる。以下にその具体的な適用例を示す。

#### 【0090】

本発明のズームレンズが対物光学系として組み込まれた電子カメラが図14～図16に示される。図14は電子カメラ200の外観を示す前方斜視図、図15は同後方斜視図、図16は電子カメラ200の構成を示す断面図である。図14～図16に示されるように、電子カメラ200は、撮影用光路201を有する撮影光学系202、ファインダー用光路203を有するファインダー光学系204、シャッター205、フラッシュ206、液晶表示モニター207を備えている。カメラ200の上部に配置されたシャッター205が押圧されることにより、それに連動して撮影用対物光学系として配置された本発明のズームレンズ（図では略記）からなる対物レンズ12を通して撮影が行われる。この撮影用対物光学系によって形成された対物像が、1R（赤外線）カットフィルター80を介してCCD等の撮像素子チップ62上に形成される。

#### 【0091】

撮像素子チップ62で受光された物体像は、端子66と電気的に接続された処理手段208を介して、電子画像としてカメラ背面に設けられた液晶表示モニター207に表示される。また、この処理手段208は、撮像素子チップ62で撮影された物体像を電子情報として記録する記録手段209の制御も行う。この記録手段209は、処理手段208に設けられたメモリーであってもよく、図示されるように、処理手段208と電気的に接続され、フロッピーディスクやスマートメディア等の磁気記録媒体に電子的に記録を書き込むデバイスであってよい。

### 【0092】

さらに、ファインダー用光路203を有するファインダー用光学系204は、ファインダー用対物光学系210と、このファインダー用対物光学系210で形成された物体像を正立させるポロプリズム211と、物体像を観察者眼球Eに導く接眼レンズ212とを備えている。ポロプリズム211は、前部分と後部分とに分割され、その間に物体像が形成される面があり、その面上に視野枠213が配置されている。このポロプリズム211は、4つの反射面を有し、ファインダー用対物光学系210で形成された物体像を正立正像させている。

### 【0093】

また、このカメラ200は、部品を減らし、コンパクトにし、低コストにするために、ファインダー光学系204が排除されてもよい。この場合、観察者は、液晶表示モニター207を見ながら撮影する。

次に、本発明のズームレンズが対物光学系として内蔵された情報処理装置の一例であるパソコンが図17～図19に示される。図17はパソコン300のカバーを開いた前方斜視図、図18はパソコン300の撮影光学系303の断面図、図19は図17の状態の側面図である。図17～図19に示されるように、パソコン300は、外部から操作者が情報を入力するためのキーボード301と、図示を省略した情報処理手段や記録手段と、情報を操作者に表示するモニター302と、操作者自身や周辺の像を撮影するための撮影光学系303とを有している。ここで、モニター302は、図示しないバックライトにより背面から照明する透過型液晶表示素子や、前面からの光を反射して表示する反射型液晶表示素子や

、CRTディスプレイ等であってよい。また、図中、撮影光学系303は、モニター302の右上に内蔵されているが、その場所に限らず、モニター302の周囲や、キーボード301の周囲のどこであってもよい。

#### 【0094】

この撮影光学系303は、撮影光路304上に、本発明のズームレンズ（図では略記）からなる対物レンズ12と、像を受光する撮像素子チップ62とを有している。これらはパソコン300に内蔵されている。

#### 【0095】

撮像素子チップ62で受光された物体像は、端子66を介して、パソコン300の処理手段に入力され、電子画像としてモニター302に表示される、図17には、その一例として、操作者の撮影された画像305が示されている。また、この画像305は、処理手段を介し、インターネットや電話を介して、遠隔地から通信相手のパソコンに表示されることも可能である。

#### 【0096】

次に、本発明のズームレンズが撮影光学系として内蔵された情報処理装置の一例である電話、特に持ち運びに便利な携帯電話が図20に示される。図20（a）は携帯電話400の正面図、図20（b）は側面図、図20（c）は撮影光学系405の断面図である。図20（a）～（c）に示されるように、携帯電話400は、操作者の声を情報として入力するマイク部401と、通話相手の声を出力するスピーカ部402と、操作者が情報を入力する入力ダイアル403と、操作者自身や通話相手等の撮影像と電話番号等の情報を表示するモニター404と、撮影光学系405と、通信電波の送信と受信を行うアンテナ406と、画像情報や通信情報、入力信号等の処理を行う処理手段（図示せず）とを有している。ここで、モニター404は液晶表示素子である。また、図中、各構成の配置位置は、特にこれらに限られない。この撮影光学系405は、撮影光路407上に配置された本発明のズームレンズ（図では略記）からなる対物レンズ12と、物体像を受光する撮像素子チップ62とを有している。これらは、携帯電話400に内蔵されている。

#### 【0097】

撮影素子チップ62で受光された物体像は、端子66を介して、図示していない処理手段に入力され、電子画像としてモニター404に、又は、通信相手のモニターに、又は、両方に表示される。また、通信相手に画像を送信する場合、撮像素子チップ62で受光された物体像の情報を、送信可能な信号へと変換する信号処理機能が処理手段には含まれている。

## 【0098】

以上の本発明のズームレンズは例えば次のように構成することができる。

## 【0099】

〔1〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【0100】

$$0.5 < |F_2 / F_3| < 1.2 \quad \dots \quad (1)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots \quad (10)$$

ここで、 $F_i$  は第*i*群の焦点距離、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0101】

〔2〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【0102】

$$0.49 < |L_3 / L_2| < 1 \quad \dots \quad (2)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots \quad (10)$$

ここで、 $L_i$  は第*i*群の広角端から望遠端にかけての移動量、 $f_{B(\min)}$  はズーム

レンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0103】

(3) 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【0104】

$$2 < (F_{3,4w}) / IH < 3.3 \quad \dots (3)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $(F_{3,4w})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、IHはイメージサークル半径、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0105】

(4) 物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、前記第3群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズと像面側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズからなり、前記第3群の物体側の正レンズと接合レンズが共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数カ所で鏡枠部に当て付けた状態で保持され、下記の条件式(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【0106】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0107】

(5) 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈

折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【0108】

$$0.5 < |F_2/F_3| < 1.2 \quad \dots (1)$$

$$0.49 < |L_3/L_2| < 1 \quad \dots (2)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $F_i$  は第*i*群の焦点距離、 $L_i$  は第*i*群の広角端から望遠端にかけての移動量、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0109】

〔6〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【0110】

$$0.5 < |F_2/F_3| < 1.2 \quad \dots (1)$$

$$2 < (F_{3,4W})/IH < 3.3 \quad \dots (3)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $F_i$  は第*i*群の焦点距離、 $(F_{3,4W})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径、 $f_{B(\min)}$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0111】

〔7〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動す

る第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【0112】

$$0.49 < |L_3/L_2| < 1 \quad \dots (2)$$

$$2 < (F_{3,4W})/IH < 3.3 \quad \dots (3)$$

$$2.5\text{ mm} < f_B(\min) < 4.8\text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $L_i$  は第*i*群の広角端から望遠端にかけての移動量、 $(F_{3,4W})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径、 $f_B(\min)$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0113】

〔8〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【0114】

$$0.5 < |F_2/F_3| < 1.2 \quad \dots (1)$$

$$0.49 < |L_3/L_2| < 1 \quad \dots (2)$$

$$2 < (F_{3,4W})/IH < 3.3 \quad \dots (3)$$

$$2.5\text{ mm} < f_B(\min) < 4.8\text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $F_i$  は第*i*群の焦点距離、 $L_i$  は第*i*群の広角端から望遠端にかけての移動量、 $(F_{3,4W})$  は広角端における第3群と第4群の合成焦点距離、 $IH$  はイメージサークル半径、 $f_B(\min)$  はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0115】

〔9〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔8〕の何れか1項記載のズームレンズ。

## 【0116】

$$0.6 < |F_2/F_3| < 1 \quad \dots (4)$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離である。

【0117】

〔10〕 第4群を光軸方向に移動させて焦点合わせを行うことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔9〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0118】

〔11〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔10〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0119】

$$0.3 < F_3/F_4 < 0.8 \quad \dots (5)$$

ここで、 $F_i$  は第  $i$  群の焦点距離である。

【0120】

〔12〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔11〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0121】

$$0.4 < |\beta_{2T}| < 1 \quad \dots (6)$$

ここで、 $\beta_{2T}$  は第2群の望遠端での横倍率である。

【0122】

〔13〕 第4群が正レンズ1枚からなることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔12〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0123】

〔14〕 第3群が、物体側から順に、正・正・負の3枚のレンズからなることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔13〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0124】

〔15〕 第3群の中少なくとも1面が非球面であることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔14〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0125】

〔16〕 第4群の中少なくとも1面が非球面であることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔15〕の何れか1項記載のズームレンズ。

## 【0126】

〔17〕 第2群の中少なくとも1面が非球面であることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔16〕の何れか1項記載のズームレンズ。

## 【0127】

〔18〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群を有し、前記第1群が正レンズ1枚からなり、前記第2群の最も物体側が負レンズで、次の条件式を満たすことを特徴とするズームレンズ。

## 【0128】

$$\nu_{21} < 4.0 \quad \dots \quad (7)$$

$$2.5 \text{ mm} < f_B(\min) < 4.8 \text{ mm} \quad \dots \quad (10)$$

ここで、 $\nu_{21}$ は第2群の最も物体側の負レンズのアッペ数、 $f_B(\min)$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0129】

〔19〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔18〕記載のズームレンズ。

## 【0130】

$$\nu_{21} < 3.5 \quad \dots \quad (8)$$

〔20〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔17〕の何れか1項記載のズームレンズ。

## 【0131】

$$\nu_{21} < 4.0 \quad \dots \quad (7)$$

ここで、 $\nu_{21}$ は第2群の最も物体側の負レンズのアッペ数である。

## 【0132】

〔21〕 次の条件式を満たすことを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔17〕の何れか1項記載のズームレンズ。

## 【0133】

$$\nu_{21} < 35 \quad \dots (8)$$

ここで、 $\nu_{21}$ は第2群の最も物体側の負レンズのアッペ数である。

## 【0134】

〔22〕 前記第3群が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズと像面側に凹面を向けた負レンズとの接合レンズからなり、前記第3群の物体側の正レンズと接合レンズが共に物体側に向けた凸面の周辺部を周上又はその数カ所で鏡枠部に当て付けた状態で保持されていることを特徴とする上記〔1〕、〔2〕、〔3〕、〔5〕～〔20〕の何れか1項記載のズームレンズ。

## 【0135】

〔23〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第3群は正レンズと負レンズからなる接合レンズを有し、前記第4群は1枚の正レンズからなり、下記の条件式(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【0136】

$$2.5 \text{ mm} < f_B(\min) < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $f_B(\min)$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0137】

〔24〕 前記第4群の正レンズの少なくとも1面は非球面であることを特徴とする上記〔23〕記載のズームレンズ。

## 【0138】

〔25〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2

群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第2群と第3群はそれぞれ正レンズと負レンズからなる接合レンズを有し、下記の条件式(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【0139】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $f_{B(\min)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0140】

〔26〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第3群は物体側より正レンズと、正レンズと負レンズからなる接合レンズとから構成され、下記の条件式(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【0141】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $f_{B(\min)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0142】

〔27〕 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第3群は、物体側から順に、両凸正レンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズと負メニスカスレンズの接合レンズとからなり、前記第4群は物体側面の曲率が大きい両凸レンズからなり、下記の条件式(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【0143】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $f_{B(\min)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0144】

〔28〕 物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は1枚の正レンズから構成され、前記第2群は、物体側から順に、単レンズと、負レンズと正レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第3群は、物体側から順に、単レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第4群は1枚の正レンズからなり、下記の条件式(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【0145】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $f_{B(\min)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0146】

〔29〕 物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は正レンズと負レンズの2枚のレンズからなり、第2群又は第3群中に少なくとも一組の正レンズと負レンズの接合レンズを含み、下記の条件式(10)を満足することを特徴とするズームレンズ。

## 【0147】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\min)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (10)$$

ここで、 $f_{B(\min)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も短くなるときの値である。

## 【0148】

〔30〕 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2

群、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に常に移動する第3群、1枚のレンズからなり正の屈折力を有し変倍時可動の第4群を有し、前記第2群と第3群はそれぞれ正レンズと負レンズからなる接合レンズを有し、前記第3群乃至前記第4群中に少なくとも1面の非球面を有することを特徴とするズームレンズ。

## 【0149】

〔31〕 物体側から順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群を有し、変倍時、第1群と第2群の間隔、第2群と第3群の間隔、第3群と第4群の間隔がそれぞれ変化し、前記第1群は1枚の正レンズから構成され、前記第2群は、物体側から順に、単レンズと、負レンズと正レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第3群は、物体側から順に、単レンズと、正レンズと負レンズの接合レンズとの3枚のレンズが配置され、前記第4群は1枚の正レンズからなり、前記第3群乃至前記第4群中に少なくとも1面の非球面を有することを特徴とするズームレンズ

〔32〕 下記の条件式(11)を満足することを特徴とする〔1〕から〔31〕の何れか1項記載のズームレンズ。

## 【0150】

$$2.5 \text{ mm} < f_{B(\max)} < 4.8 \text{ mm} \quad \dots (11)$$

ここで、 $f_{B(\max)}$ はズームレンズ中のパワーのあるレンズの最終面から像面までの空気換算長であり、全ズーム域で最も長くなるときの値である。

## 【0151】

## 【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、小型で低コストなズームレンズ、とりわけ小型の携帯情報端末に好適なズームレンズを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の実施例1のズームレンズの広角端での断面図である。

【図2】

本発明の実施例2のズームレンズの広角端での断面図である。

【図3】

本発明の実施例3のズームレンズの広角端での断面図である。

【図4】

本発明の実施例4のズームレンズの広角端での断面図である。

【図5】

本発明の実施例5のズームレンズの広角端での断面図である。

【図6】

本発明の実施例6のズームレンズの広角端での断面図である。

【図7】

本発明の実施例7のズームレンズの広角端での断面図である。

【図8】

本発明の実施例8のズームレンズの広角端での断面図である。

【図9】

本発明の実施例9のズームレンズの広角端での断面図である。

【図10】

本発明の実施例10のズームレンズの広角端での断面図である。

【図11】

実施例5の第3群の保持構造を示す図である。

【図12】

実施例1の広角端での収差図である。

【図13】

実施例1の望遠端での収差図である。

【図14】

本発明のズームレンズが対物光学系として組み込まれた電子カメラの外観を示す前方斜視図である。

【図15】

本発明のズームレンズが対物光学系として組み込まれた電子カメラの後方斜視図

である。

【図16】

本発明のズームレンズが対物光学系として組み込まれた電子カメラの構成を示す断面図である。

【図17】

本発明のズームレンズが対物光学系として組み込まれたパソコンのカバーを開いた前方斜視図である。

【図18】

パソコンの撮影光学系の断面図である。

【図19】

図17の状態の側面図である。

【図20】

本発明のズームレンズが対物光学系として組み込まれた携帯電話の正面図、側面図、その撮影光学系の断面図である。

【符号の説明】

G 1 … 第1群

G 2 … 第2群

G 3 … 第3群

G 4 … 第4群

S … 紋り

L<sub>31</sub> … 第3群の正レンズ

L<sub>32</sub> … 第3群の接合レンズ

E … 観察者眼球

1 … 保持棒

1 2 … 対物レンズ

6 2 … 撮像素子チップ

6 6 … 端子

8 0 … 1Rカットフィルター

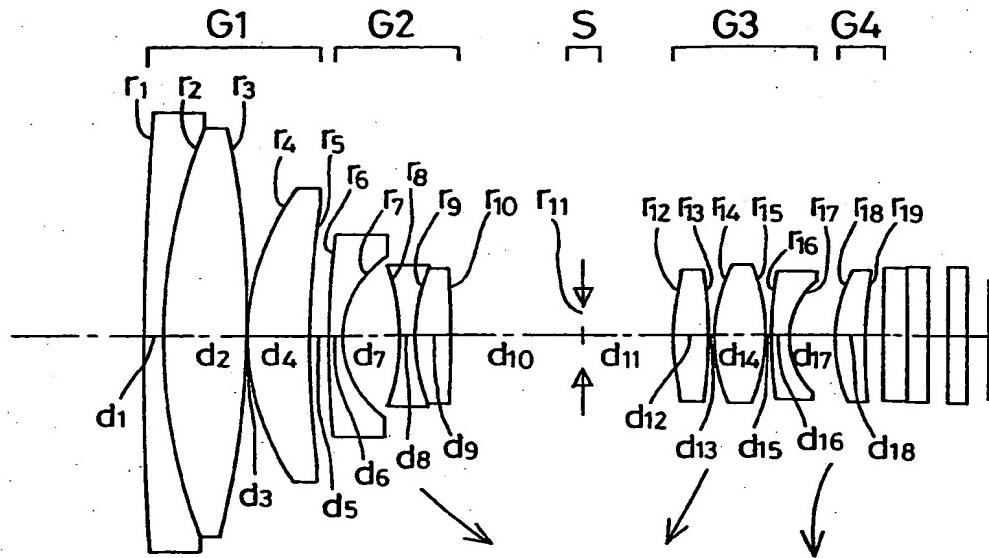
2 0 0 … 電子カメラ

- 201 …撮影用光路
- 202 …撮影光学系
- 203 …ファインダー用光路
- 204 …ファインダー光学系
- 205 …シャッター
- 206 …フラッシュ
- 207 …液晶表示モニター
- 208 …処理手段
- 209 …記録手段
- 210 …ファインダー用対物光学系
- 211 …ポロプリズム
- 212 …接眼レンズ
- 213 …視野枠
- 300 …パソコン
- 301 …キーボード
- 302 …モニター
- 303 …撮影光学系
- 304 …撮影光路
- 305 …画像
- 400 …携帯電話
- 401 …マイク部
- 402 …スピーカ部
- 403 …入力ダイアル
- 404 …モニター
- 405 …撮影光学系
- 406 …アンテナ
- 407 …撮影光路

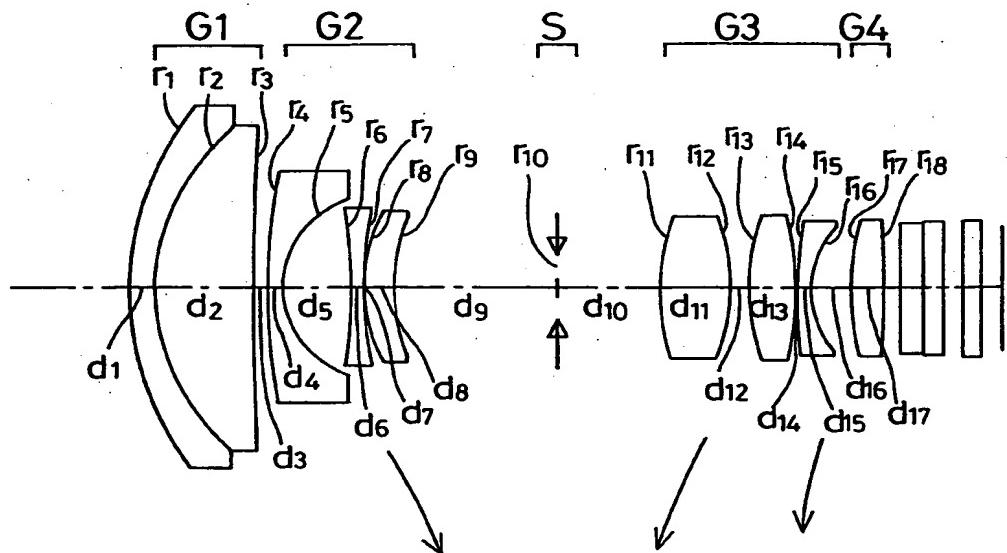
【書類名】

図面

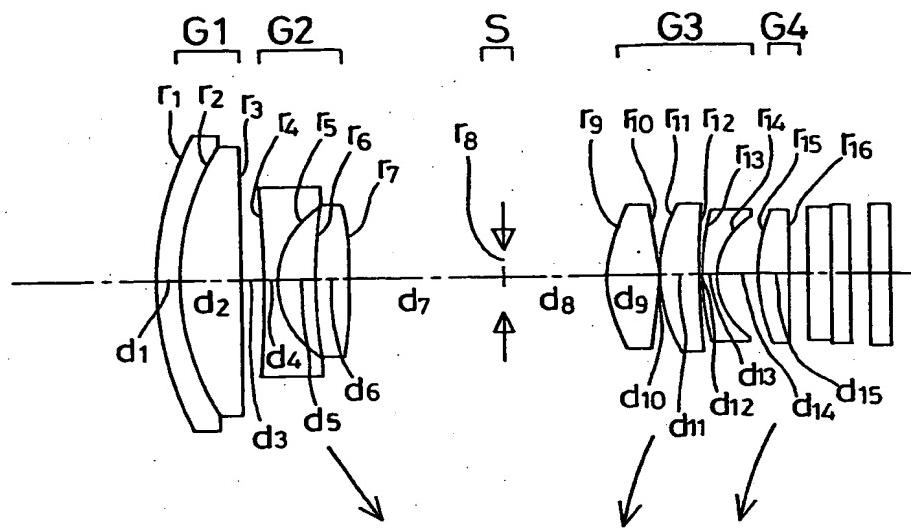
【図1】



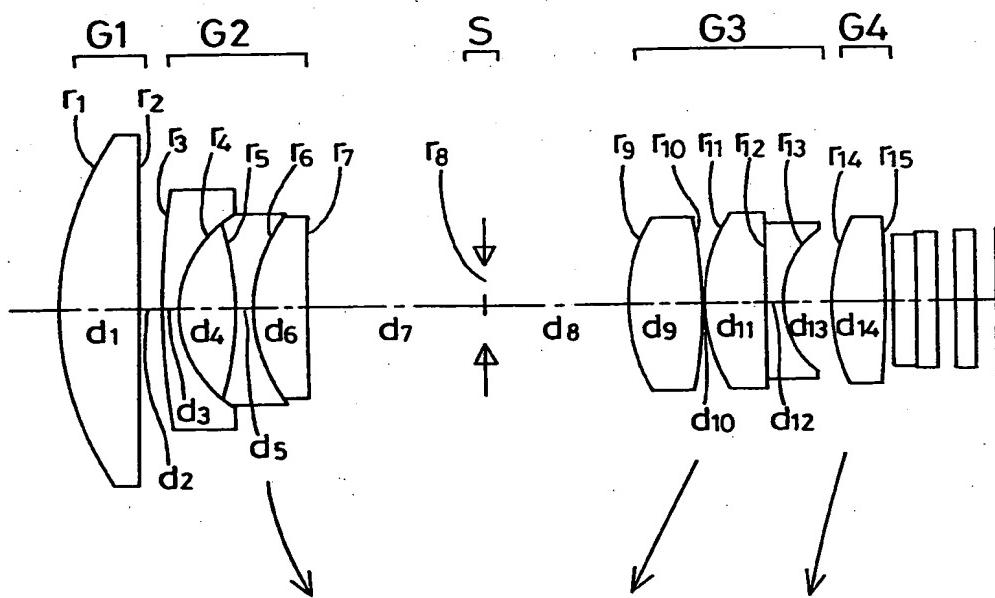
【図2】



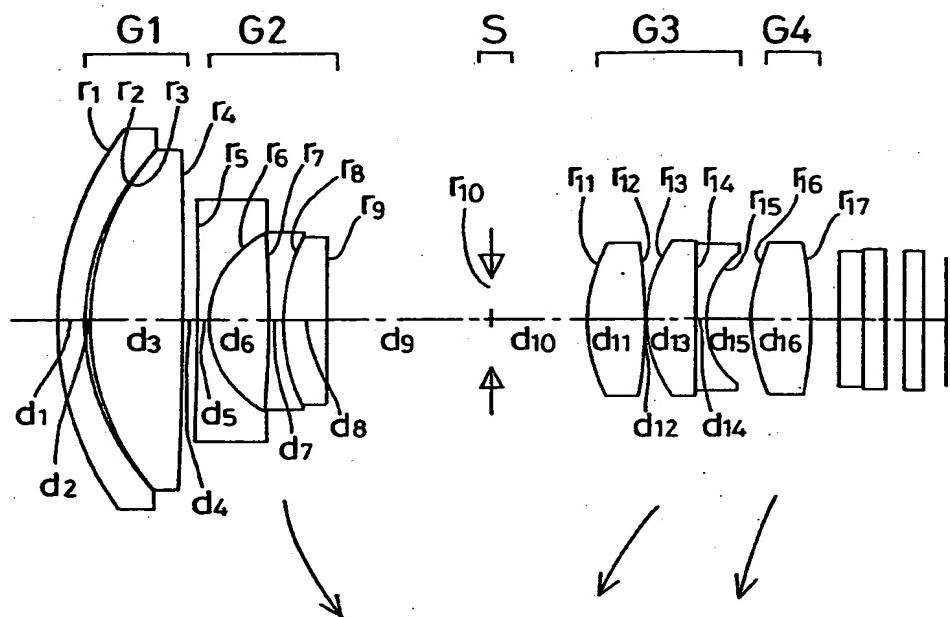
【図3】



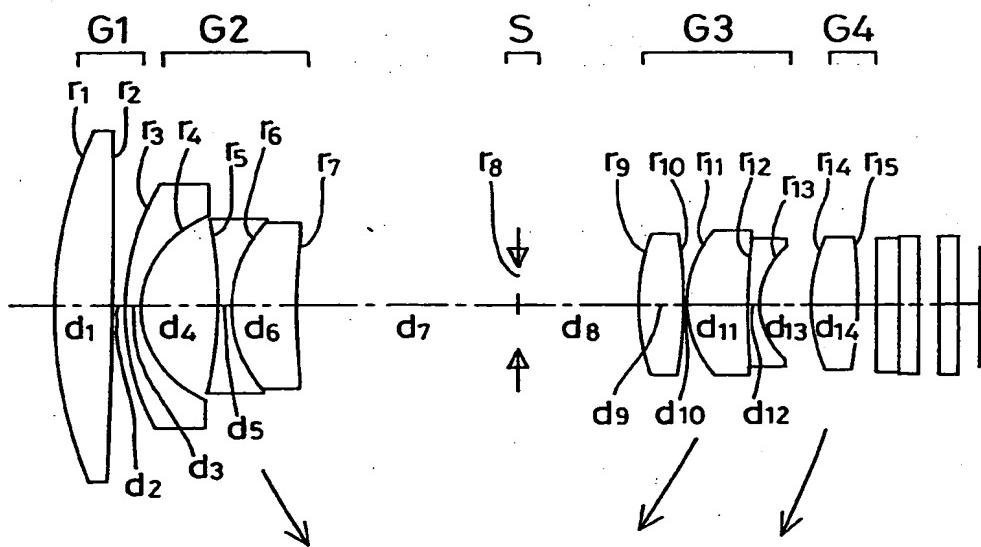
【図4】



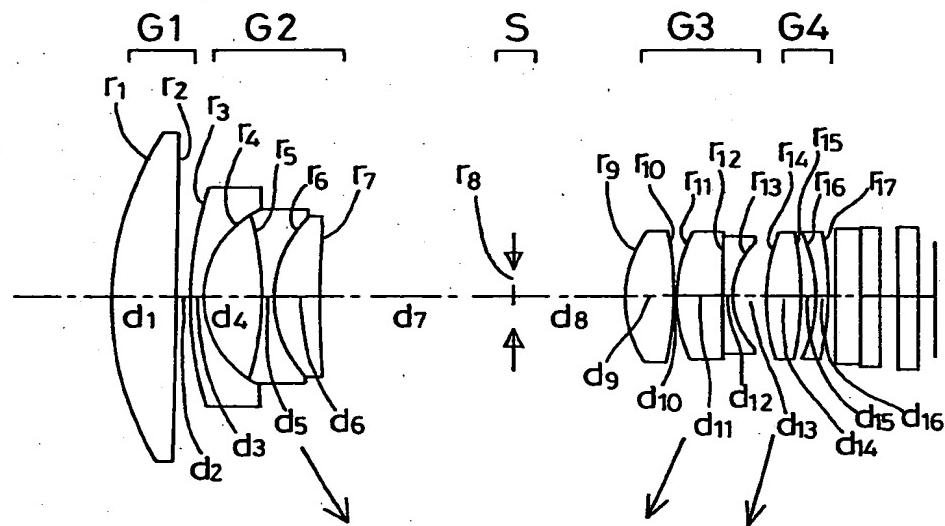
【図5】



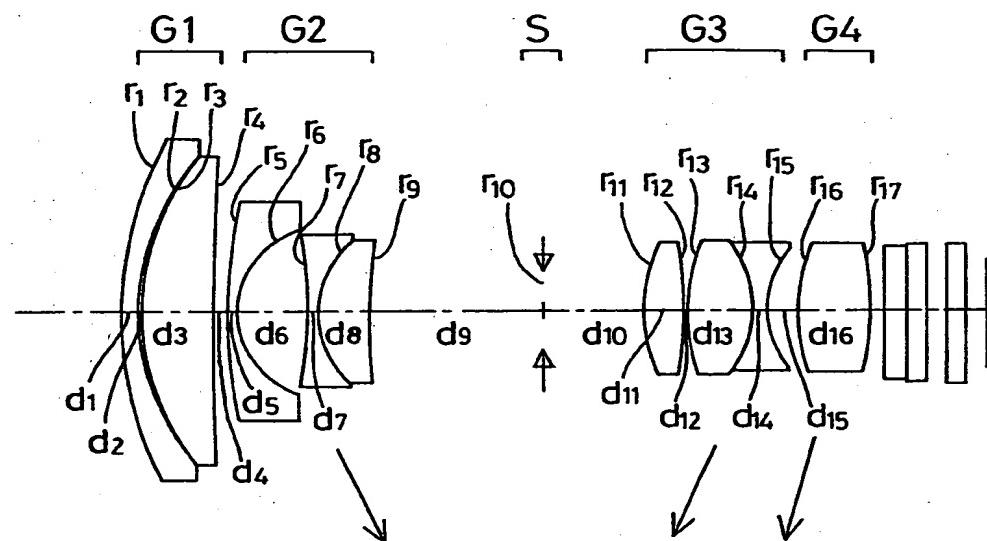
【図6】



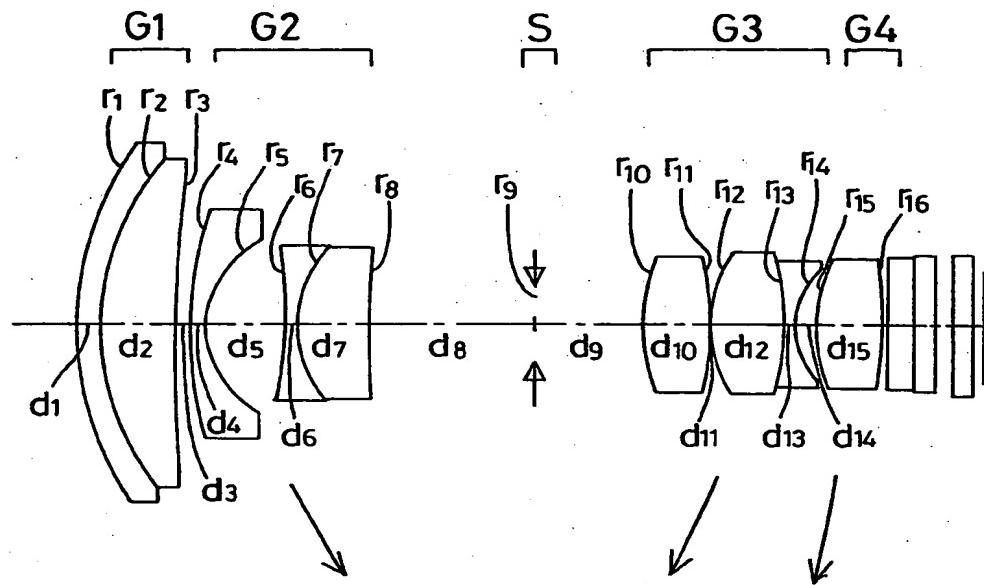
【図 7】



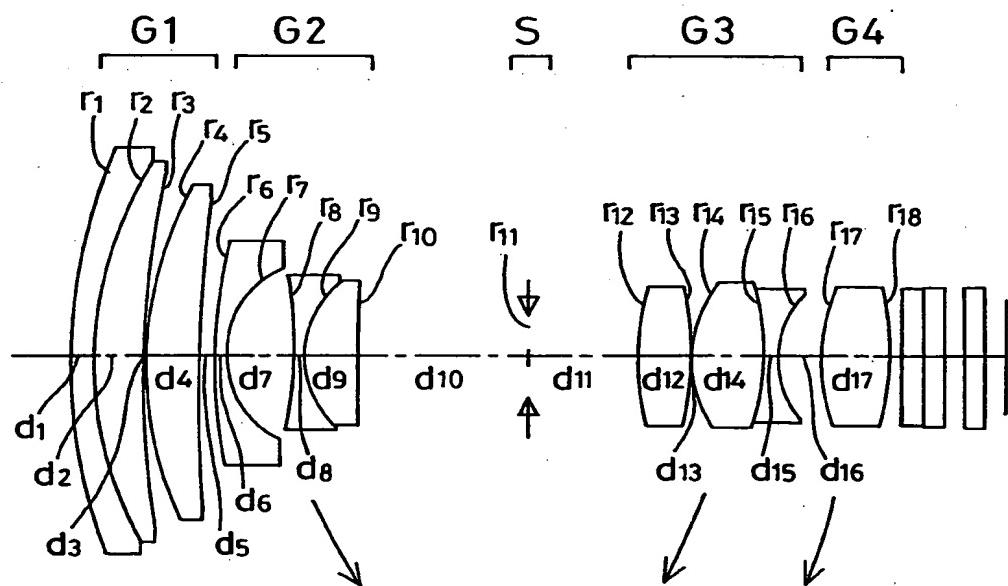
【図 8】



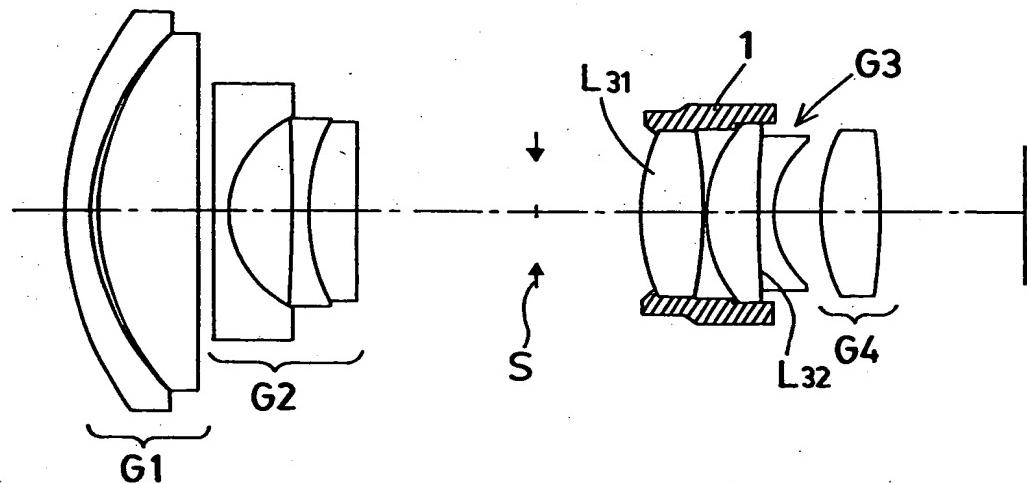
【図9】



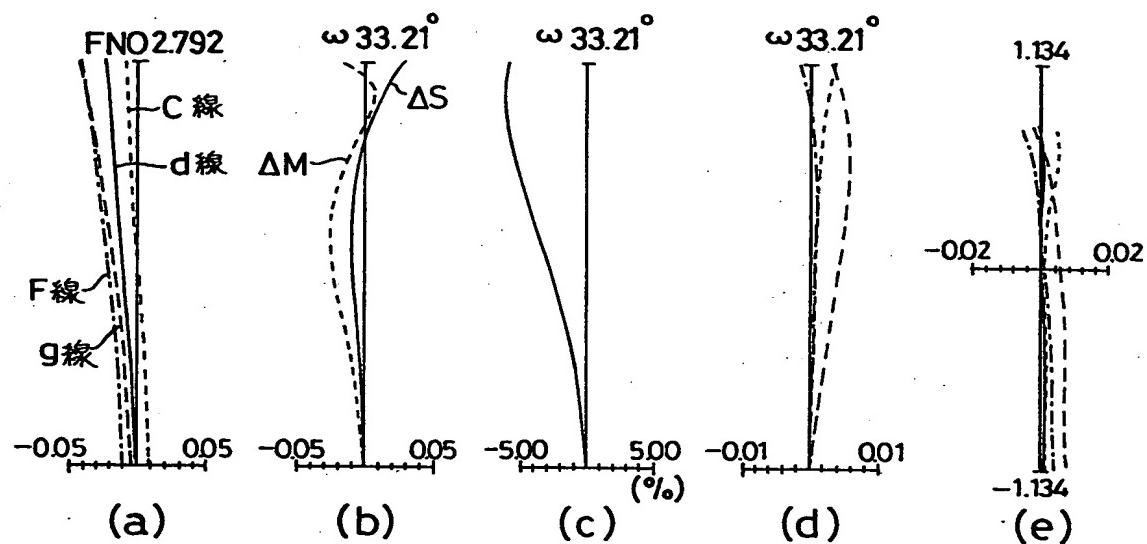
【図10】



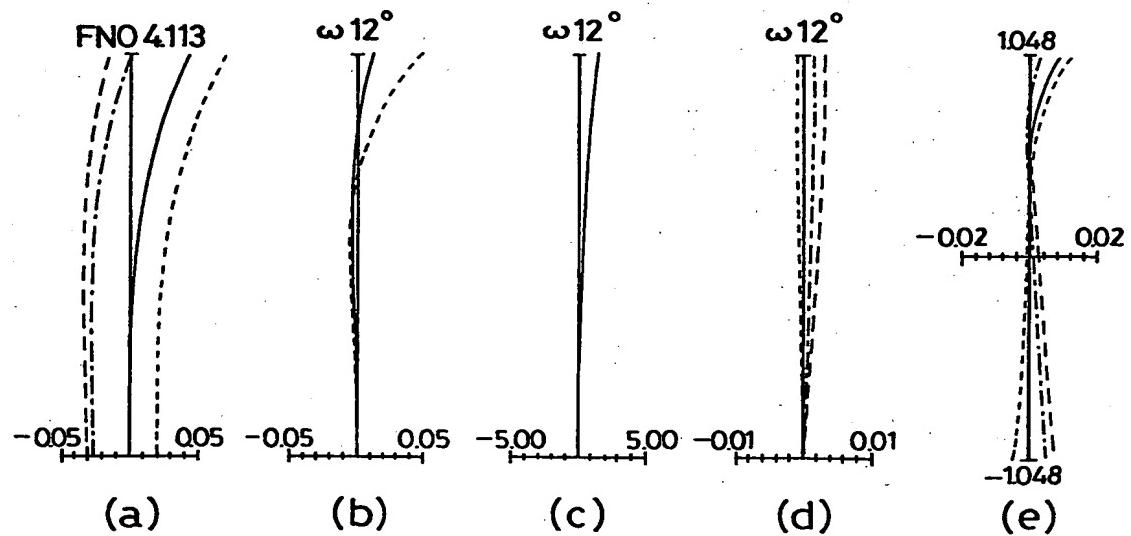
【図11】



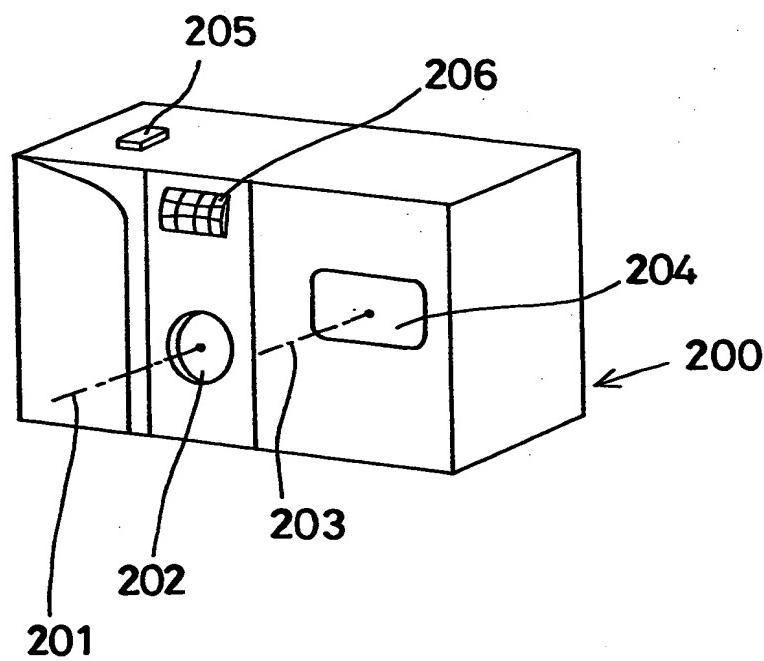
【図12】



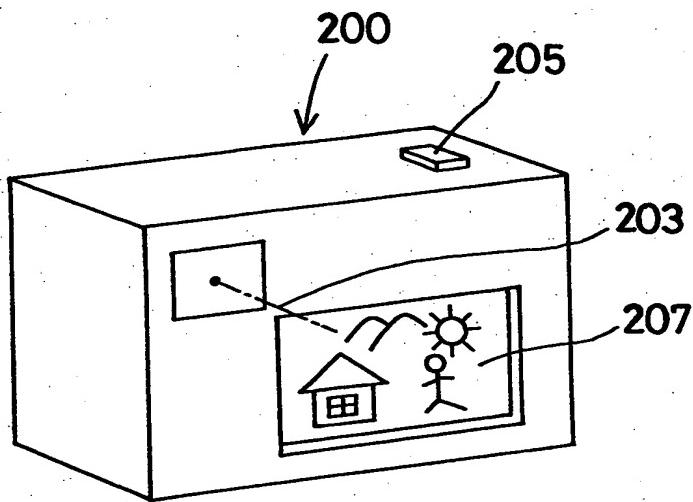
【図13】



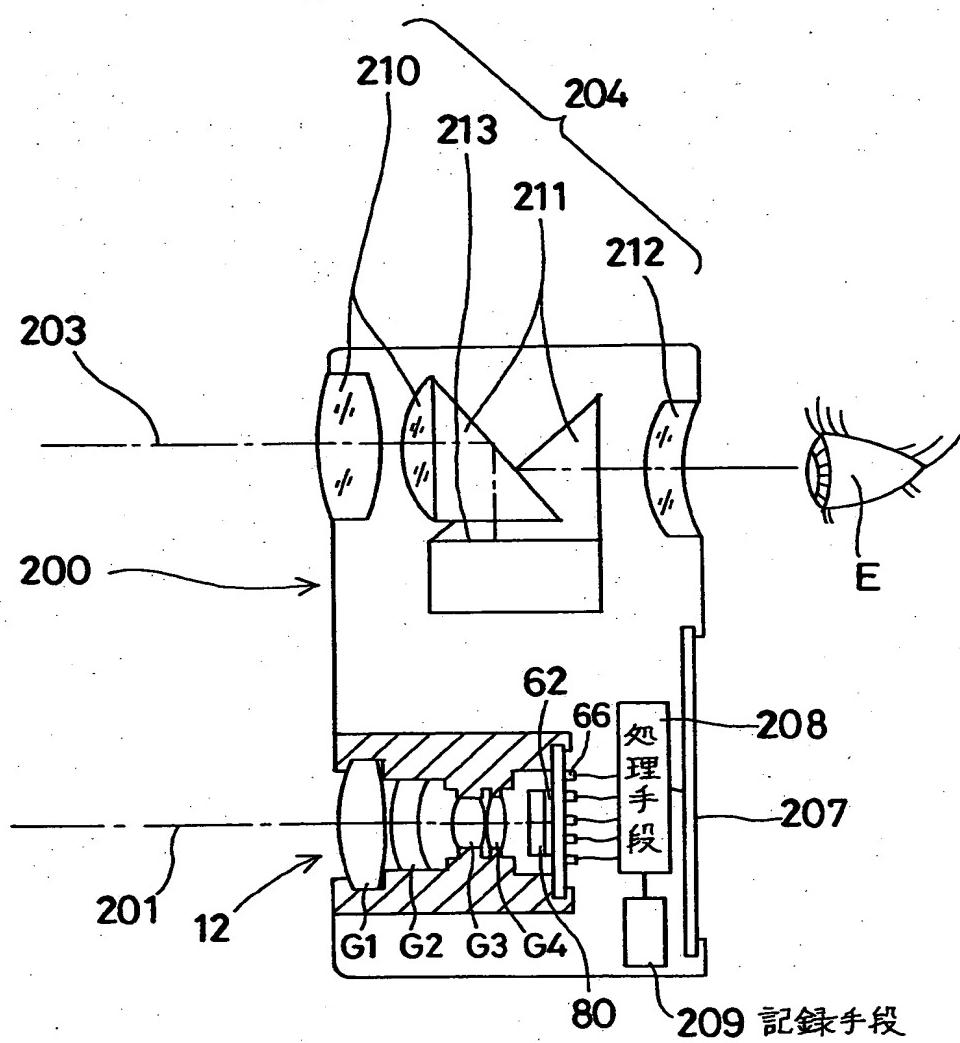
【図14】



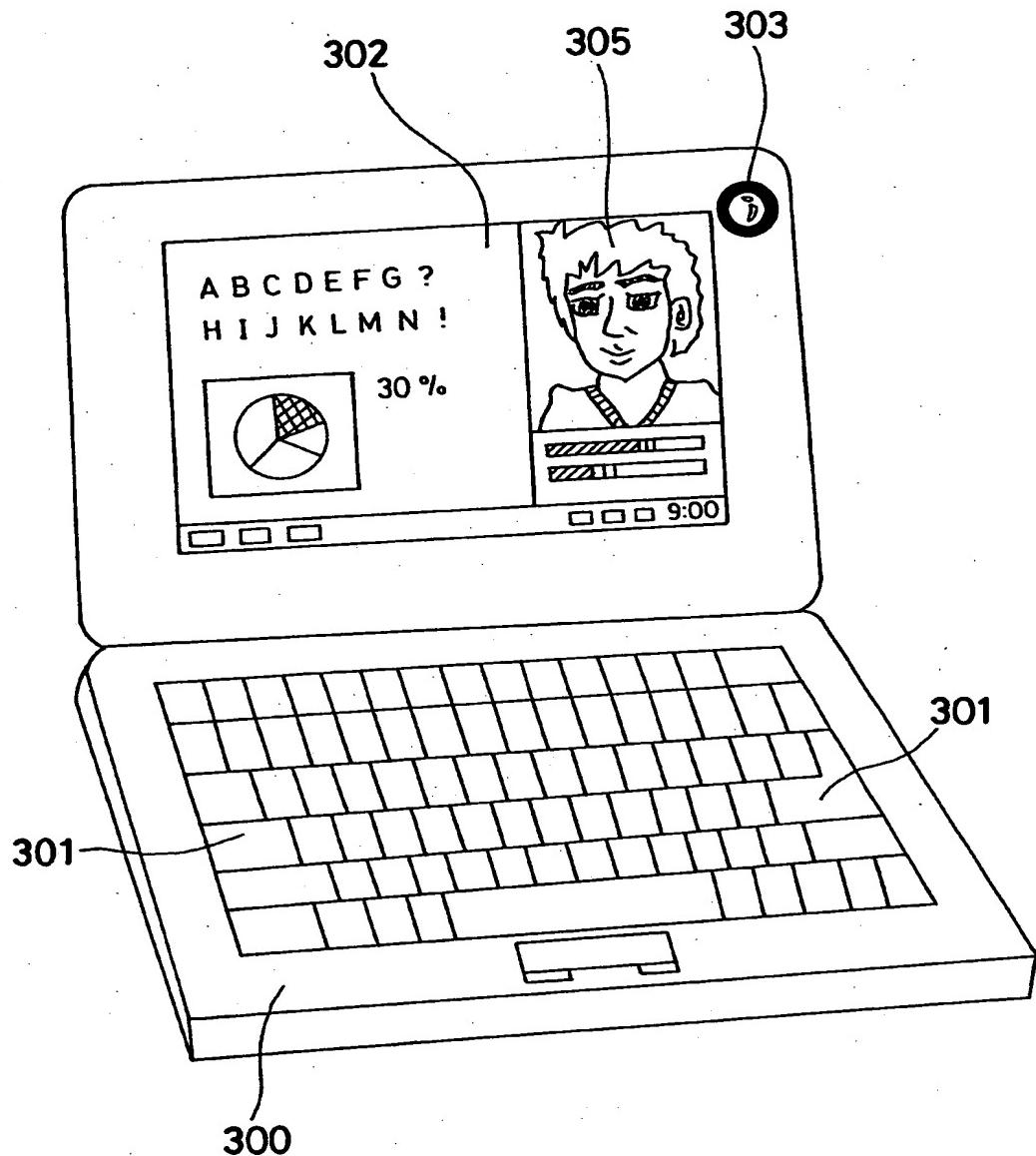
【図15】



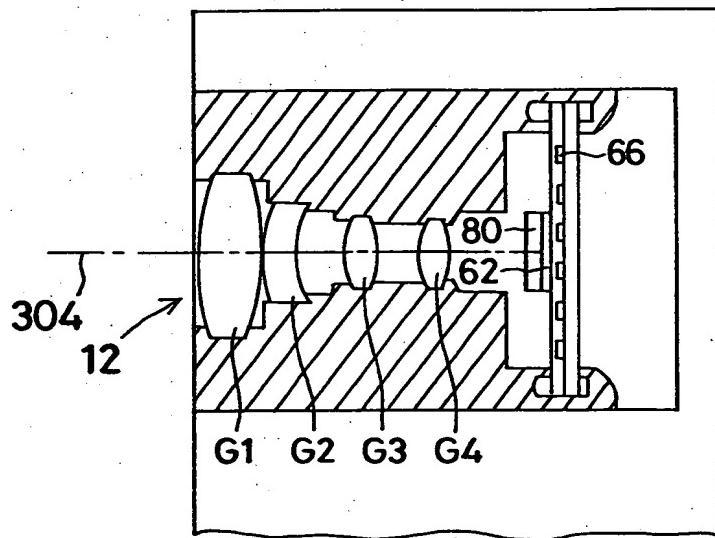
【図16】



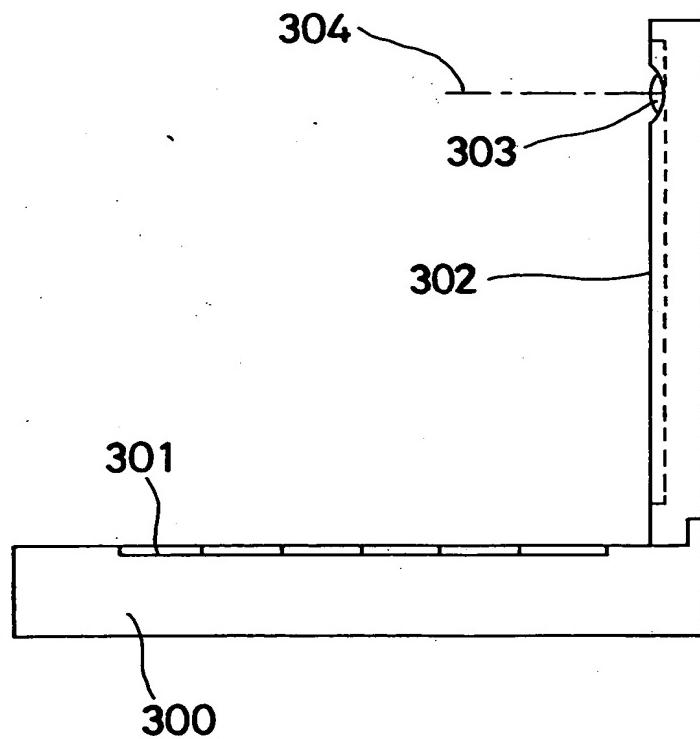
【図17】



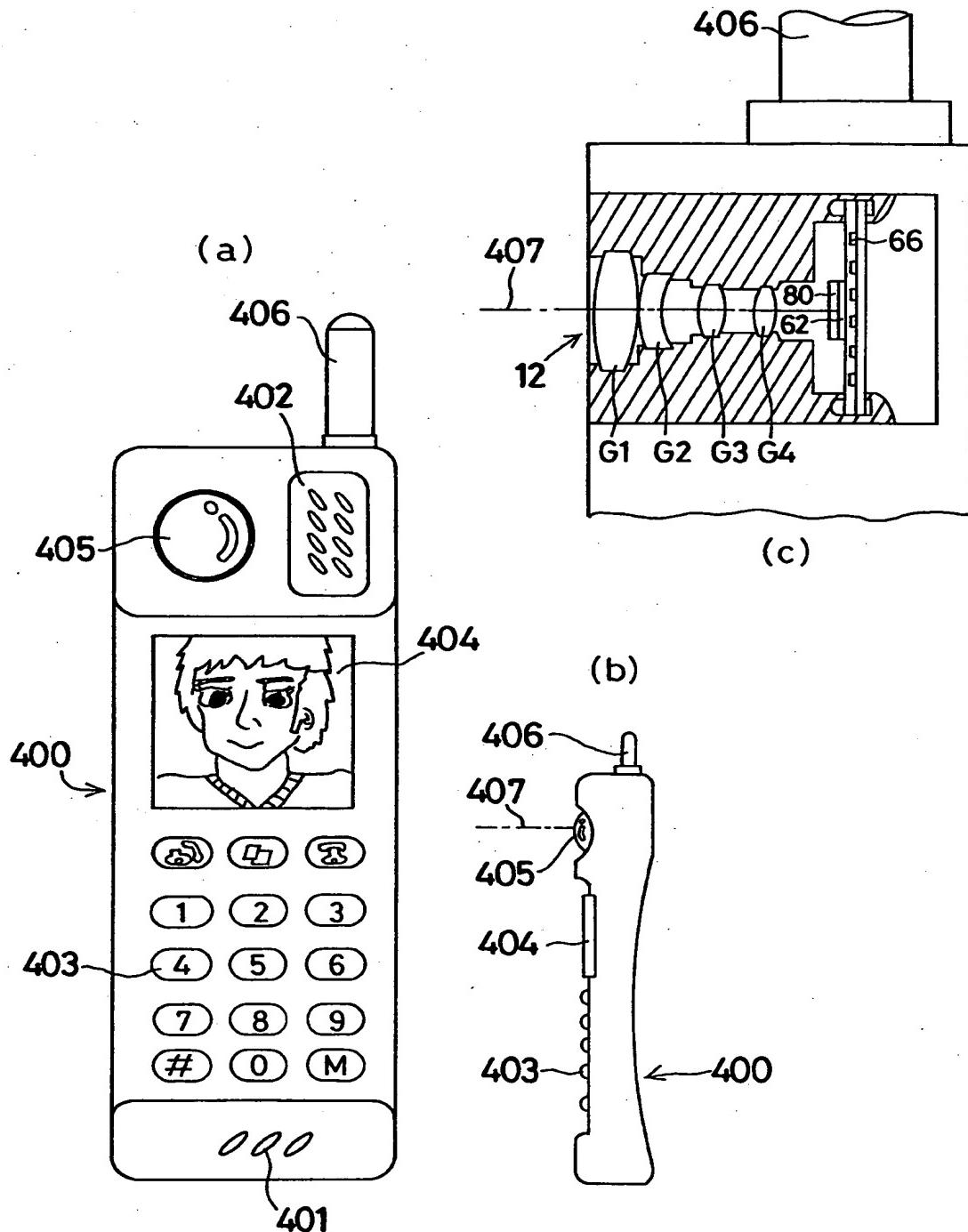
【図18】



【図19】



【図20】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来例に対してさらに小型化と低コスト化に適した、とりわけ小型の携帯情報端末に好適なズームレンズ。

【解決手段】 物体側から順に、正の屈折力を有する変倍時固定の第1群G1、負の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて物体側から像面側に移動する第2群G2、正の屈折力を有し変倍時広角端から望遠端にかけて像面側から物体側に移動する第3群G3、正の屈折力を有する変倍時可動の第4群G4を有し、第3群G3のパワーに関する条件式(1)、第3群G3の変倍時の移動量に関する条件式(2)、あるいは、第3群G3と第4群G4の合成パワーに関する条件式(3)と、バックフォーカスの実際の値に関する条件(10)を満足する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000000376]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

氏 名 オリンパス光学工業株式会社